

**Untersuchungen über das Klima Kaliforniens
unter besonderer Berücksichtigung der
Großwetterlagen sowie bemerkenswerter
Wetterereignisse**

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs 24 Geowissenschaften
der Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Hartmut Böhrenz
aus Berlin**

1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

**Untersuchungen über das Klima Kaliforniens
unter besonderer Berücksichtigung der
Großwetterlagen sowie bemerkenswerter
Wetterereignisse**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs 24 Geowissenschaften
der Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Hartmut Böhrenz
aus Berlin**



1. Berichtter : Professor Dr. A. Steleanu
2. Berichtter : Professor Dr. G. Hoffmann

Tage der mündlichen Prüfungen: 15.2., 20.2., 1.3.1973

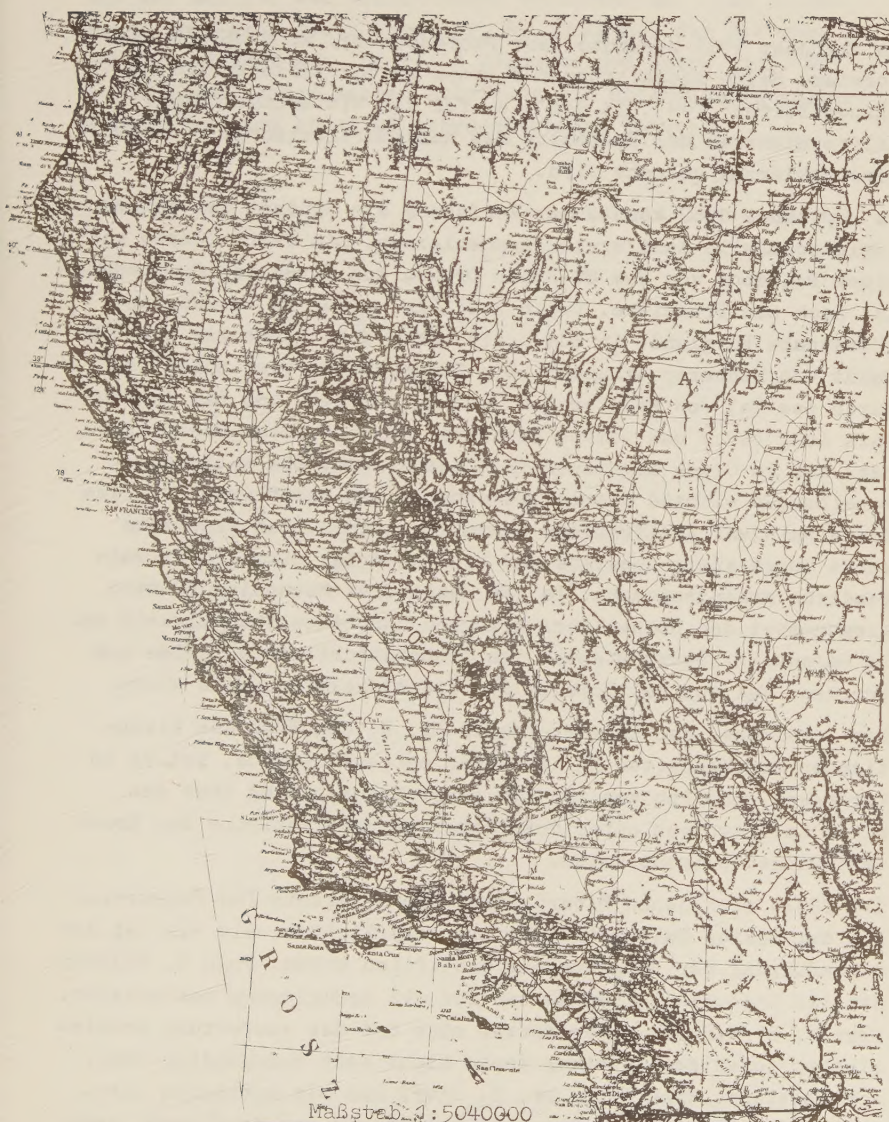


Abb.1 Kalifornien und angrenzende Gebiete.

VORWORT

Im Frühjahr 1961 besuchte Herr Professor Dr. R. SCHERHAG Kalifornien. Seine Beobachtungen führten zu dem Aufsatz "Die Kaltwasser-Dürren" (49), in dem u.a. für die Witterungsanomalie Kaliforniens an der Westseite des nordamerikanischen Hitzetiefs eine Erklärung gesucht wird.

Im September 1962 konnte der Verfasser als Student der Meteorologie ebenfalls Kalifornien kennenlernen. Die Fahrt führte mit einem Reisebus von dem US-Staat Oregon aus durch das Sacramento-tal nach San Franzisko. Durch Ausflüge wurden im Norden das küstennahe Bergland, im Süden die Santa Cruz Mountains und die Bucht von Monterey erkundet. Die Rückreise verlief südwärts durch das Tal von Kalifornien über Bakersfield und Los Angeles nach Long Beach und weiter durch die Mojave-Wüste über Barstow nach dem im Osten angrenzenden Staat Nevada. Die Wettererscheinungen während dieser siebzehntägigen Fahrt waren für das Sommerhalbjahr Kaliforniens charakteristisch. San Franzisko wurde durch kühle Seewinde und eine niedrige stratiforme Wolkendecke gekennzeichnet. In den Santa Cruz Mountains führten Morgennebel den Hochwäldern dringend benötigte Feuchtigkeit zu. Im Gegensatz hierzu standen das sonnendurchflutete, heiße und trockene Tal von Kalifornien und die südkalifornische Wüste.

Dem Interesse, das Herr Professor Dr. R. SCHERHAG den klimatischen Gegebenheiten Kaliforniens entgegenbrachte, ist es zu verdanken, daß ich von ihm mit einer Untersuchung über das Klima Kaliforniens unter besonderer Berücksichtigung der Großwetterlagen betraut wurde.

Ich fühle mich jenen Mitarbeitern des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin verpflichtet, die mir bei der Durchführung der Untersuchung behilflich waren. Frau H. NEIDELL hat die topographischen Karten für die Drucklegung vorbereitet. Herr P. RINDERMANN unterstützte mich bei der Auswertung aerologischer Aufstiege in einer heute nicht mehr angewandten Verschlüsselung. Frau Prof. Dr. I. HAUPT gab mir wertvolle Anregungen und stellte die Satellitenaufnahmen zur Verfügung. Herr Prof. Dr. G. HOFFMANN gewährte mir seinen wissenschaftlichen Rat

bei der Anfertigung der Klimakarten, Herr Prof. Dr. M. GEB bei der Analyse der synoptischen Wetterkarten. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. SCHERHAG, der die vorliegende Arbeit mit Interesse förderte, und Herrn Prof. Dr. A. STELEANU, unter dessen Anleitung die Untersuchung weitergeführt und zum Abschluß gebracht werden konnte.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

VORWORT	III
1. ZUSAMMENFASSUNG	1
2. EINFÜHRUNG UND GESCHICHTLICHES ZUR KLIMATOLOGIE KALIFORNIENS	2
3. DAS UNTERSUCHUNGSMATERIAL	4
4. DIE ALLGEMEINE ZIRKULATION DER ATMOSPHERE IM GEBIET VON KALIFORNIEN	6
5. KLIMAELEMENTE UND KLIMABESTIMMENDE FAKTOREN IN KALIFORNIEN	8
5.1 DIE ENERGIEBILANZ	8
5.1.1 Die Sonnenscheindauer	8
5.1.2 Die Globalstrahlung	9
5.1.3 Die Energiebilanz der Erdoberfläche	10
5.2 DIE MEERESGEBIETE KALIFORNIENS	11
5.2.1 Der Ostpazifik im Bereich des Kalifornien- stroms	11
5.2.2 Der Golf von Kalifornien	15
5.3 DAS TEMPERATURFELD	15
5.3.1 Das Untersuchungsmaterial	15
5.3.2 Der Jahresgang der Monatsmitteltempera- turen	16
5.3.3 Der Tagesgang der Temperatur	22
5.3.4 Die Extreme der Temperatur	22
5.3.5 Die Mitteltemperaturen in der freien Atmosphäre	23
5.4 DAS NIEDERSCHLAGSFELD	26
5.4.1 Das Untersuchungsmaterial	27
5.4.2 Die mittleren jährlichen Niederschlags- höhen	27
5.4.3 Die Abhängigkeit der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen von der Periodenlänge	28
5.4.4 Die Streuung und die Extreme der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen	30

	Seite
5.4.5 Der Jahresgang der mittleren monatlichen Niederschlagshöhen	31
5.5 DAS FEUCHTEFELD	35
5.5.1 Das Untersuchungsmaterial	37
5.5.2 Die Feuchtigkeitsverhältnisse am Erd- boden und in der freien Atmosphäre	37
5.6 DAS DRUCK- UND WINDFELD	38
5.6.1 Das Untersuchungsmaterial	39
5.6.2 Die Zustandsverhältnisse der Atmosphäre im Spiegel von Mittelwerten	42
6. DIE GROSSWETTERLAGEN UND DIE WITTERUNG IN KALIFOR- NIEN IM ZEITRAUM 1965 - 1968	45
6.1 DIE KLASSIERUNG	45
6.2 DIE ZIRKULATIONSFORMEN, GROSSWETTERLAGEN UND GROSSWETTERTYPEN	46
6.3 DIE BESCHREIBUNG DER GROSSWETTERLAGEN	47
6.4 DIE GRUPPIERUNG DER GROSSWETTERLAGEN IM JAHRES- ABLAUF	56
7. BEMERKENSWERTE WETTEREREIGNISSE IN KALIFORNIEN	63
7.1 DIE REGENKATASTROPHE ZWISCHEN DEM 19. UND 27. JANUAR 1969	64
7.2 DAS WESTAMERIKANISCHE HITZETIEF AM 25. UND 26. JULI 1967	74
7.3 DER HURRIKAN KATRINA VOM 29. AUGUST BIS 2. SEP- TEMBER 1967	85
8. SCHLUSSBETRACHTUNG UND AUSBLICK	88

ANHANG

MITTLERE ABSOLUTE TOPOGRAPHIEN DER 1000 mb-FLÄCHE — JANUAR BIS DEZEMBER	94
ÄNDERUNG DER HÖHE DER 1000 mb-FLÄCHE VOM JANUAR ZUM JULI	107

KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER TEMPERATUR FÜR DEN ZEIT- RAUM 1951 - 1960 — JANUAR BIS DEZEMBER	108
TÄGLICHE HÖCHST- UND TIEFSTTEMPERATUREN — JUNI BIS AUGUST 1967	121
KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER NIEDERSCHLAGSHÖHEN FÜR DEN ZEITRAUM 1951 - 1960 — JAHR UND JANUAR BIS DEZEMBER	124
KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER ZAHL DER NIEDERSCHLAGSTAGE MIT MINDESTENS 2.5 mm NIEDERSCHLAG FÜR DEN ZEITRAUM 1954 - 1960 — JAHR UND JANUAR BIS DEZEMBER	138
KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER ZAHL DER NIEDERSCHLAGSTAGE MIT MINDESTENS 12.7 mm NIEDERSCHLAG FÜR DEN ZEITRAUM 1951 - 1960 — JAHR UND JANUAR BIS DEZEMBER	152
KALIFORNISCHE BEOBSACHTUNGSSTATIONEN FÜR TEMPERATUR UND NIEDERSCHLAG	166
STATIONEN, DEREN REGISTRIERUNGEN IN DER PERIODE 1951 - 1960 UNREGELMÄSSIG ERFOLGTEN	167
STATIONENLISTE ZU DEN KLIMATOLOGISCHEN KARTEN DER TEM- PERATUR UND DER NIEDERSCHLAGSHÖHEN	169
LITERATURVERZEICHNIS	177

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

<u>Abb.</u>	Seite
1 Kalifornien und angrenzende Gebiete	11
2 Beobachtungsstationen in Kalifornien und in den Nachbarstaaten	XII
3 Monatsmittel der Wassertemperaturen am N-Schiff, am Blunts Reef, innerhalb und außerhalb der Bucht von San Franzisko sowie vor La Jolla	12
4 Monatsmittel der Stunden mit Nebel am Blunts Reef und am Bonita Point	14
5 Monatsmittel der Tage mit dichtem Nebel am Point Reyes und in San Franzisko	14
6 Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen an kalifornischen Küstenstationen	17
7 Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen im Küstengebirge und im Tal von Kalifornien	18
8 Mittlere Januar- und Julitemperaturen über Oakland, Santa Maria und Las Vegas	24
9 Mittlere jährliche Niederschlagshöhen in Abhängigkeit von der Beobachtungslänge	29
10 Jahresgang der mittleren monatlichen Niederschlagshöhen an der Küste, im Tal von Kalifornien, in der Sierra Nevada und in der Mojave-Wüste	32
11 Bodenwind an kalifornischen Stationen im Monatsmittel	40
12 Windprofile vom 950 bis 30 mb-Niveau im Winter, Frühling, Sommer und Herbst in Oakland	40
13 Jahresschwankung von Hauptmillibarflächen über Las Vegas, Oakland und Santa Maria	41
14 Musterbeispiele kalifornischer Großwetterlagen	48
15 Musterbeispiele kalifornischer Großwetterlagen	49
16 Wetterlage am 18. Januar 1969, 00 GMT	67
17 Absolute Topographie 500 mb am 18. Januar 1969, 00 GMT	68

<u>Abb.</u>	Seite
18 Zugbahn der ostpazifischen Zyklone und ihrer Randstörung vom 14. bzw. 16. Januar bis 20. Januar 1969	66
19 Verlagerung der Kaltfront des ostpazifischen Tiefdruckgebiets an den Beobachtungsterminen 12 Uhr GMT vom 14. bis 17. Januar 1969	69
20 Wetterlage am 19. Januar 1969, 12 GMT	71
21 Wetterlage am 24. Januar 1969, 00 GMT	72
22 Wetterlage am 25. Januar 1969, 12 GMT	73
23 Wetterlage am 25. Juli 1967, 00 GMT	75
24 Absolute Topographie 500 mb am 25. Juli 1967, 00 GMT	76
25 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1216-1228 am 25. Juli 1967	77
26 Wetterlage am 26. Juli 1967, 00 GMT	83
27 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1229-1241 am 26. Juli 1967	82
28 Absolute Topographie 500 mb am 26. Juli 1967, 00 GMT	83
29 Zugbahn des Hurrikan "Katrina" vom 29. August bis 2. September 1967	85
30 Hurrikan "Katrina" über dem Golf von Kalifornien am 1. September 1967, 00 GMT	86
31 Wetterbeobachtung eines Schiffes im Südwestquadranten des Hurrikan "Katrina" auf dem Ostpazifik im Klartext	87
32 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1698-1710 am 1. September 1967	87
33 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1710-1722 am 2. September 1967	88

VERZEICHNIS DER TABELLEN

<u>Tab.</u>	Seite
1 Sonnenscheindauer im Monatsmittel	2
2 Tägliche Globalstrahlung im Monats- und Jahresmittel	3
3 Absolute Maxima (Minima) und mittlere monatliche Maxima (Minima) an kalifornischen Beobachtungsstationen	23
4 Monatsmitteltemperaturen am Boden und an bodennahen Hauptmillibarflächen einschließlich der Monatsmittelergebnisse für den Bodendruck und die Höhe der Druckflächen für Oakland, Santa Maria und Las Vegas	26
5 Mittlere jährliche Niederschlagshöhen, Streuung sowie extreme Niederschlagshöhen	30
6 Mittlere monatliche Summen der Neuschneehöhen	34
7 Mittlere relative Luftfeuchtigkeit und mittleres Mischungsverhältnis an den Radiosondenstationen Oakland, Santa Maria und Las Vegas	36
8 Bodenwerte der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit für vier Beobachtungstermine und ihre Schwankungsbreite in den Monaten Januar, April, Juli und Oktober	37
9 Zirkulationsformen, Großwetterlagen und Großwettertypen in Kalifornien	46
10 Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968 von Januar bis April	57
11 Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968 von Mai bis August	58
12 Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968 von September bis Dezember	59
13 Prozentuale Häufigkeit der Zirkulationsformen, Großwetterlagen und Großwettertypen im Monat und Jahr in Kalifornien	60

<u>Tab.</u>	Seite
14 Beobachtungen der Wetterstationen San Franzisko, Santa Maria und San Diego zwischen dem 18. und 26. Januar 1969	70
15 Niederschlagssummen kalifornischer Beobachtungs- stationen vom 18. bis 26. Januar 1969	74
16 Aerologischer Zustand über Kalifornien und Nevada am 25. Juli 1967, 00 GMT	80
17 Aerologischer Zustand über Kalifornien und Nevada am 26. Juli 1967, 00 GMT	81



Abb.2 Beobachtungsstationen in Kalifornien und in den Nachbarstaaten.

1. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit über Kalifornien werden das aus Mittelwerten neuer meteorologischer Beobachtungsreihen zu gewinnende Klimabild und der wahrscheinliche Jahresablauf der Witterung betrachtet. Dieser ermöglicht es, für Kalifornien ungewöhnliche oder charakteristische Einzelwetterlagen zu erkennen und damit zu beschreiben.

Im ersten Teil der Arbeit werden Temperatur und Niederschlag mit Hilfe von annähernd zweihundert bzw. dreihundert Beobachtungsreihen der Periode 1951 bis 1960 dargestellt, weitere Klimaelemente abweichender Beobachtungszeiträume behandelt und ihr Zusammenspiel mit den Klimafaktoren untersucht. Es kann gezeigt werden, in welcher charakteristischen Weise die Wechselbeziehung zwischen dem Pazifischen Ozean und der Atmosphäre das Klima Kaliforniens prägt.

Im zweiten Teil werden die Großwetterlagen im Gebiet von Kalifornien für den Zeitraum 1965 bis 1968 bestimmt, beschrieben und statistisch bearbeitet. Dadurch können Aussagen über den wahrscheinlichen Jahresablauf der Witterung gemacht werden, der das gewonnene Klimabild ergänzt.

Im dritten Teil wird eine in ihrer Auswirkung extreme Regenwetterlage beschrieben, ein Hitzetief als charakteristische Wettersituation dargestellt und ein Hurrikan als eine seltene Wetterentwicklung behandelt.

2. EINFÜHRUNG UND GESCHICHTLICHES ZUR KLIMATOLOGIE KALIFORNIENS

An der Westseite der Kontinente treten auf beiden Erdhalbkugeln subtropische, sommertrockene Gebiete auf. Es sind diejenigen Regionen, an die im Sommer der subtropische Hochdruckgürtel so nahe rückt, daß häufigere Niederschläge lediglich im Winter durch Zyklonen der Westdrift verursacht werden. Hierzu genört der US-Staat Kalifornien, dessen klimatischer Gegensatz im Sommer zwischen der kühlen, durch Nebel und niedrige stratiforme Wolken-schichten gekennzeichneten Küste und dem Hitzezentrum der west-lichen Hemisphäre bekannt ist.

Bereits die Oberflächengestaltung Kaliforniens bedingt ein sehr differenziertes Klima. Wie die Abbildung 1 zeigt, wird das sich zwischen 32.6° und 42.0° nördlicher Breite konvex in den pazi-fischen Meeresraum vorwölbende Kalifornien im Osten durch die steil aufragende Hochgebirgskette der Sierra Nevada begrenzt. Im Norden wächst sie an dem sich auf 4317 m Höhe erhebenden zweigipfligen Vulkan Mt. Shasta und im Süden am 2692 m hohen Mt. Pinos mit der Küstenkette zusammen. Sierra Nevada und Küsten-kette schließen das sich auf 700 km Länge erstreckende Tal von Kalifornien ein. Die südöstlich angrenzende Mojave-Wüste, die im Norden östlich des Hochgebirgskammes an der Grenze nach Nevada in das Todestal (Death Valley) ausläuft und im Süden in die Co-lorado-Wüste übergeht, ist gegen den Ozean ebenfalls durch das Küstengebirge abgegrenzt, das in Niederkalifornien seine Fort-setzung findet.

Die Bedeutung des benachbarten Pazifischen Ozeans für das Klima Kaliforniens besteht darin, daß er maßgeblich an der Entstehung der atmosphärischen Prozesse beteiligt ist und diese auf ihn zurückwirken.

Spezielle Literatur über das Klima Gesamtkaliforniens ist nicht ohne weiteres zugänglich. Neben Untersuchungen über Einzeler-scheinungen wie die Küstennebel ist keine moderne, sich allein an Meteorologen und Geographen wendende umfassende Abhandlung zu ermitteln. Um so mehr ist daher Mac ADIE (44), dem einstigen Professor für Meteorologie und Direktor des Harvard-Observato-riums, für seine bereits 1903 veröffentlichte Monographie über

das Klima Kaliforniens zu danken. Daneben ist es die Darstellung von WARD und BROOKS (67) über das nordamerikanische Klima im Handbuch der Klimatologie von KÖPPEN und GEIGER aus dem Jahr 1936, die ein anschauliches Klimabild Kaliforniens vermittelt. Diesen Abhandlungen stehen aus jüngster Zeit der kurze Abriß von BAILEY (2) über das Klima des südlichen Kaliforniens und die Einführung von FELTON (22), die für alle am Klima Kaliforniens interessierten Kreise gedacht ist, zur Seite.

Eine Untersuchung des regionalen Klimagefüges von Kalifornien kann auf mehreren Wegen erfolgen. Einer der Wege ist die klassische Klimatologie. Ihr Ergebnis besteht in einer Zusammenschau der heterogenen, jedoch voneinander abhängigen Klimaelemente (Sonnen- und Himmelsstrahlung, Bewölkung, Temperatur, Niederschlag usw.), die durch die Klimafaktoren (geographische Breite, Höhe und Entfernung vom Meer, Meeresströmung usw.) beeinflußt werden. Die meteorologischen Zusammenhänge können mit dieser Methode nicht sicher erklärt werden. Diese Unzulänglichkeit der klassischen Klimatologie führte BERGERON zu einer auf die Genesis ausgerichteten Klimabetrachtung, indem er in seinen "Richtlinien einer dynamischen Klimatologie" (5) eine Klimauntersuchung mit Hilfe der Luftmassen und Fronten oder Hauptfrontalzonen der Erde anregte. Nachfolgend gaben DINIES (17), LANDSBERG (38) u.a. Beispiele für eine Luftmassenklimatologie. Typische Wetterlagen, die die Luftmassen steuern, wurden im Rahmen der Klimatologie u.a. von JACOBS (34), LU (43) und vor allem BAUR (3,4) untersucht, dessen "Großwetterkunde" durch den statistischen Kalender der europäischen Großwetterlagen aus dem Zeitraum 1881 bis 1957 von HESS und BREZOWSKY (30) ergänzt wird. Diese Arbeiten beruhen auf den Ergebnissen der Radiosondenaufstiege eines weltweiten aerologischen Beobachtungsnetzes, die die meteorologischen Zusammenhänge erkennen lassen.

Die vorliegende Untersuchung geht davon aus, daß, wie auch BLÜTHGEN (6) hervorhebt, die klassische Arbeitsmethode noch heute einen wesentlichen Beitrag zur Klimaforschung liefert, indem sie ein Klimabild vermittelt, das nach JACOBS (34) durch die synoptische Betrachtungsweise der Wetterkarte verfeinert werden kann. Die Abhandlung gliedert sich demgemäß in drei Abschnitte. In dem

ersten Teil werden einzelne Klimaelemente und die sie beeinflussenden Klimafaktoren mit dem Ziel, die Grundzüge des kalifornischen Klimas aufzuzeigen, untersucht. Der zweite Teil gipfelt in einer Darstellung des wahrscheinlichen Jahresablaufs der Witterung. In dem dritten Teil werden bemerkenswerte Einzelwetterlagen beschrieben.

3. DAS UNTERSUCHUNGSMATERIAL

Grundlage jeder klimatologischen Untersuchung sollte ein auf gleiche Zeitabschnitte bezogenes, an Jahren und Meßstellen ausreichendes sowie homogenes Beobachtungsmaterial sein. Diese bereits von HANN (26) für die nordamerikanischen Temperaturreihen erhobene Forderung ist für das Gebiet von Kalifornien nur teilweise erfüllbar. Für Temperaturwerte und Niederschlagshöhen sind einige langperiodische Beobachtungsreihen von mehr als einhundert Jahren vorhanden (44, 58, 62, 67). Da jedoch der Beweis der Homogenität der Reihen nicht ohne weiteres erbracht werden kann und die Entfernungen der Beobachtungsstationen untereinander sehr groß sind, ist das vorliegende an Jahren umfassende Datenmaterial für eine Klimauntersuchung wenig geeignet.

Um diesen Mangel zu beheben, wurde in Kalifornien in jüngster Zeit ein umfassendes Klimanetz aufgebaut. Die inzwischen veröffentlichten zehnjährigen Beobachtungen aus dem Zeitraum 1951 bis 1960 sollen daher einer ersten Bearbeitung unterzogen werden. Neben Temperaturwerten und Niederschlagshöhen kann die Zahl der Niederschlagstage nach Schwellenwerten der täglichen Niederschlagshöhen angegeben werden. Eine Quellenkritik im Sinn einer Stationskritik in bezug auf die Homogenität der Beobachtungsreihen ist möglich. Hinzu kommt, daß die Beobachtungsreihen im Hinblick auf die Beobachtungsperiode untereinander vergleichbar sind und auch das gesamte Gebiet von Kalifornien erfassen. Es werden annähernd zweihundert möglichst gleichmäßig verteilte Beobachtungsstationen für Temperatur und Niederschlag, die durch Angaben von über einhundert Niederschlagmeßstellen ergänzt sind, bearbeitet. Ein glücklicher Umstand ist, daß die von SCHERHAG (50) herausgegebenen mittleren absoluten Topographien der Hauptmillibarflächen für die Nordhemisphäre sich ebenfalls auf den

Zeitraum 1951 bis 1960 beziehen. Um weitere Klimaelemente in die Untersuchung einbeziehen zu können, muß das übrige Beobachtungsmaterial abweichenden Beobachtungszeiträumen entnommen werden.

Die verwendeten Beobachtungsdaten sind in verschiedenen, sich ergänzenden Abhandlungen veröffentlicht. Dem "Climatic Summary of the Unites States" (58) werden Mittel- und Extremwerte der Klimaelemente Temperatur und Niederschlag entnommen. Die "World Weather Records" (62) gestatten eine Betrachtung des Niederschlags mit Hilfe einiger vieljähriger Beobachtungsreihen. In der "Upper-Air Climatology of the Unites States" (61) sind die hier ausgewerteten Elemente Höhe, Temperatur und Feuchtigkeit an Hauptmillibarflächen der aerologischen Landstationen im Westen der USA für den Zeitraum 1946 bis 1955 enthalten. Als Ergänzung der "Upper-Air Climatology" dient die Untersuchung von HAUPT-JACOBS (33). Dieser Veröffentlichung werden Schnittpunktwerte der mittleren absoluten Topographien der 1000 mb-Fläche über dem Ostpazifik für die Periode 1900 bis 1939 entnommen. Die "Daily Weather Maps" der USA (59) und die Zirkumpolarkarten des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin (32) dienen als Grundlage für die Bestimmung der Großwetterlagen. Die von dem Institut für Meteorologie empfangenen Wettermeldungen aus dem nordamerikanischen und dem nordpazifischen Raum ermöglichen die Bearbeitung bemerkenswerter Wetterlagen. Eine Hilfe bei der Konstruktion der Klimakarten waren die Analysen von HAUPT-JACOBS (33), die "Selected Climatic Maps of the Unites States" (60) und der "Climatic Atlas of the Unites States" von VISHER (63). Als Grundkarte zur Zeichnung der mittleren absoluten Topographien der 1000 mb-Fläche vom Januar bis Dezember und der Änderung der Höhe der 1000 mb-Fläche vom Januar zum Juli diente ein Ausschnitt der Darstellung "Kanada und Vereinigte Staaten" im Maßstab 1:15 000 000 aus "Dierke Weltatlas" (13). Die Grundkarte zur Zeichnung der Klimakarten der Elemente Temperatur und Niederschlag bildeten photographisch zusammengesetzte Ausschnitte der Karten 95 und 96 im Maßstab 1:3700 000 aus "Stiellers Handatlas" (55). Neben dem hier aufbereiteten Datenmaterial werden zum

tieferen Verständnis der meteorologischen Zusammenhänge die Ergebnisse anderer Autoren herangezogen.

Eine Übersichtskarte, in der diejenigen Stationen verzeichnet sind, auf die in dieser Abhandlung näher eingegangen wird, ist in der Abbildung 2 wiedergegeben. Die geographische Lage der kalifornischen Beobachtungsstationen zeigt Tafel 68 der Seite 166. Eine Stationenliste zu den Mittelkarten der Temperatur und des Niederschlags befindet sich auf den Seiten 169 bis 176. Die Stationen, deren Registrierungen in der Periode 1951 bis 1960 unregelmäßig erfolgten, sind auf den Seiten 167 bis 168 verzeichnet.

4. DIE ALLGEMEINE ZIRKULATION DER ATMOSPHERE IM GEBIET VON KALIFORNIEN

Gemäß der mittleren Luftdruckverteilung in 1000 mb, neu dargestellt auf den Seiten 95 bis 106 in den Tafeln 1 bis 12, bewirkt vom März bis zum Oktober das ostpazifische Hochdruckgebiet mit dem im Osten angrenzenden kontinentalen Druckminimum eine Passatströmung. Diese erzeugt den Kalifornienstrom mit seinem kalten Auftriebwasser an der Küste. In seinem Einflußbereich entstehen bei der sich somit einstellenden niedrigen Temperatur der darüber befindlichen Luft die für die Küstengebiete Kaliforniens im Sommer charakteristischen Nebel- und niedrigen stratiformen Wolkenfelder. Nebel und Bewölkung setzen die Einstrahlung herab, so daß an der Küste bei beständigen kalten Seewinden der Temperaturgradient zum Festland hin, das im Sommer über den Gebirgsregionen ein Hitzetief vom "trockenen Typ" aufweist, sehr ausgeprägt ist. Im Nordwesten Kaliforniens ist darüber hinaus der zu dieser Jahreszeit normale Temperaturanstieg des Pazifiks durch einen weiteren Effekt überdeckt. Nach einer Anschauung von SCHERHAG (49) verstärkt nämlich das nördliche, sich am Kap Mendocino nach Südosten wendende Küstengebirge durch seine den Seewind stützenden Hangwinde das bodennahe atmosphärische Druckgefälle über See. Somit vergrößert sich die Divergenz der Passatströmung und die der äquatorwärts setzenden Meeresströmung mit der Konsequenz eines verstärkten Aufquellens kalten Tiefenwassers. Dadurch wird bei dem nach SCHOTT (52) im Kernbereich der Auftriebszone liegenden Feuer-

schiff "Blunts Reef" die Wassertemperatur besonders erniedrigt. Bei steigender Lufttemperatur über dem Binnenland verschärfen sich die atmosphärischen Gegensätze. Durch die zunehmenden Winde werden die Geschwindigkeit der Meeresströmung sowie deren Divergenz und Querkirkulation weiter verstärkt, Wasser- und Lufttemperatur erniedrigt, und das in Richtung niederer Breiten über dem freien Ozean schwächer werdende Druckgefälle wird im Norden so groß, daß es demjenigen über der Bucht des südwestlichen Kaliforniens nicht nachsteht. Dieser an der kalifornischen Küste zu ungewöhnlich niedrigen Sommertemperaturen führende Vorgang trägt demnach eine Selbstverstärkung in sich. Da im Sommer der subtropische Höhenhochdruckgürtel über dem Süden der USA liegt, wird die kalte Seeluft von trockener, warmer Luft überweht, wodurch es in Kalifornien mit Ausnahme der Wüstengebiete im Südosten nahezu vollständig regenlos ist.

Bei zum Winter hin abnehmendem Temperaturgegensatz und einsetzenden Niederschlägen erstreckt sich vom November bis zum Februar der pazifische Hochdruckgürtel über den Norden Kaliforniens hinweg zum Festland und nimmt mit dem kontinentalen Druckmaximum eine Verbindung auf. Zugleich greift die äquatoriale Tiefdruckrinne entlang der Westküste über dem Kontinent bis zum Sacramento-Valley aus.

Das Zusammenwirken von Atmosphäre und Ozean in Verbindung mit den an der Westküste Nordamerikas meridional gerichteten Gebirgszügen und Tälern führt in Kalifornien zu klimatischen Gegensätzen, wie sie selten in einem so eng begrenzten Gebiet anzutreffen sind. Bei der Untersuchung der hiermit zusammenhängenden klimatischen Besonderheiten erheben sich grundsätzliche Fragen, die einer Antwort bedürfen:

1. Welche Wetterlagen führen zu den Winterniederschlägen?
2. Wie ist es zu erklären, daß die für die Wintermonate charakteristische Zonalzirkulation innerhalb der kurzen Zeitspanne vom Februar zum März in Bodennähe durch eine Meridionalzirkulation ersetzt wird, während die Umstellung zur Winterzirkulation allmählich erfolgt?

3. Von welchem Zeitpunkt an ist die kontinentale Druckerniedrigung im Sommerhalbjahr mit dem Hitzetief in Verbindung zu bringen?
4. Wodurch werden die Sommerniederschläge in den Wüstenregionen des Südostens verursacht?

Der Beantwortung dieser Fragen werden eine Untersuchung des Jahresablaufs der Witterung und die Beschreibung von Einzelwetterlagen, die das in dieser Arbeit darzustellende Klimabild Kaliforniens ergänzen sollen, dienen.

5. KLIMAELEMENTE UND KLIMABESTIMMENDE FAKTOREN IN KALIFORNIEN

Um zu einer vertieften Einsicht in die Klimagestaltung Kaliforniens zu gelangen, müssen die untrennbar mit den Begriffen Wetter, Witterung und Klima verbundenen meteorologischen Elemente diskutiert werden. Die Klimafaktoren sind entsprechend ihrer Bedeutung in die Betrachtung einzubeziehen, und ihr Zusammenspiel mit den Klimaelementen ist zu untersuchen.

5.1 DIE ENERGIEBILANZ

Grundlage für die Gestaltung von Wetter und Klima ist die Energiebilanz von Atmosphäre und Erdoberfläche. Quantitative Aussagen lassen sich für Kalifornien nur über die Anteile der Energiebilanz der Erdoberfläche machen. Da über die in den Anteil der Strahlungsbilanz eingehende Globalstrahlung relativ zahlreiche Beobachtungen vorliegen, sollen Globalstrahlung und Sonnenscheindauer, das ist die Dauer der direkten Sonnenstrahlung, gesondert betrachtet werden.

5.1.1 Die Sonnenscheindauer

Die auf der Normalperiode 1931 bis 1960 beruhenden, von dem US-Weather Bureau herausgegebenen Karten der mittleren jährlichen und monatlichen Sonnenscheindauer in Stunden für die USA (60) zeigen im Südosten Kaliforniens in der Colorado-Wüste eine Jahressumme von mehr als 4000 Stunden. In der gesamten Mojave-Wüste sowie im Süden des kalifornischen Längstales übertrifft die mittlere Jahressumme den Wert von 3600 Stunden, sinkt

gedeckt in der Sierra Nevada unter 3000 Stunden und zum Nordwesten unter 2200 Stunden ab.

Während nach Tabelle 1 im Juli und August das Tal von Kalifornien zum Sonnenscheinzentrum wird, werden es in den übrigen

Station	Gesamthelligkeit	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahressumme
Eureka	30	120	138	180	209	247	261	244	205	195	164	127	108	2198
San Francisco	30	165	182	251	281	314	330	300	272	267	243	198	156	2959
Los Angeles	30	224	217	273	264	297	299	352	336	295	263	249	220	3284
San Diego	30	246	242	262	242	261	253	293	277	255	234	236	217	2958
Red Bluff	15	156	186	246	302	366	396	438	407	341	277	199	154	3468
Sacramento	30	134	169	255	300	367	405	437	406	377	283	197	122	3422
Fresno	29	153	192	283	330	389	418	435	406	355	306	221	144	3632
Yuma (Arizona)	30	258	266	337	365	419	420	404	380	351	330	285	262	4077

Tab.1 Sonnenscheindauer im Monatsmittel in Std. für den Zeitraum 1931-1960. Werte aus (60).

Monaten neben dem einen Übergang herbeiführenden September die Wüstengebiete im Südosten. Die Höchstwerte der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer treten in Kalifornien im Juli ein, ausgenommen die Mojave- und Colorado-Wüste sowie die Küstengebiete im Norden, die ihre Maxima bereits im Juni erreichen. Den geringsten Sonnenschein weist in den nördlichen Gebieten der Dezember auf. In der Mojave- und Colorado-Wüste ist es der Januar, an der Südwestküste der Februar.

5.1.2 Die Globalstrahlung

Wie die vom US-Weather Bureau (60) veröffentlichten Karten der mittleren jährlichen und monatlichen Globalstrahlung zeigen, gehen die Tageswerte im Jahresmittel von der Mojave- und Colorado-Wüste mit mehr als $500 \text{ g} \cdot \text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$ nach der Nordwest- und Südwestküste auf weniger als $400 \text{ g} \cdot \text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$ zurück.

Unter den Monatsmittelwerten nehmen nach Tabelle 2 und den Monatsmittelkarten eine Sonderstellung die Werte des Juli ein, in dem nach den Messungen in Inyokern, Soda Springs und Medford (US-Staat Oregon) die gesamte Sierra Nevada zum Einstrahlungszentrum der USA wird, während es im Juni allein ihre südlichen Gebiete sind. In den USA weist Inyokern nicht nur für die Monatsmittel März bis Oktober, sondern auch im Jahresmittel die höchsten Tageswerte auf. Die höchsten Monatsmittel werden in Kalifornien im Juni erreicht, nur nicht an der Südwestküste in Los Angeles und im Norden der Sierra Nevada in Soda Springs, die die Maximalwerte erst im Juli aufweisen, und nicht in dem nordwestlich von San Diego am Meer gelegenen La Jolla. Hier werden das Hauptmaximum im Mai und das sekundäre Maximum

Monat/Jahr/ Station	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahres- mittel												
Beob. Jahre	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J												
Soda Springs	4	223	3	376	4	551	3	615	4	691	3	760	3	681	3	570	4	359	4	248	3	182	459		
Davis	18	174	17	257	18	390	18	528	18	625	18	694	18	682	18	672	18	493	19	347	19	222	19	148	431
Fresno	31	184	31	289	31	427	31	552	31	647	32	702	32	682	31	621	31	510	32	376	31	250	32	161	450
Santa Maria	11	263	11	346	11	482	10	552	11	635	11	694	11	680	11	673	11	524	11	479	11	313	11	252	481
Los Angeles WBAP	10	248	10	331	10	470	10	575	9	572	9	596	9	641	10	581	10	503	10	373	10	289	10	241	463
Los Angeles WB City	9	243	9	327	9	436	9	483	9	555	9	584	9	651	10	581	10	500	10	362	10	281	10	234	436
La Jolla	19	244	18	302	19	397	20	453	19	506	21	483	22	497	22	464	22	389	21	320	20	277	20	221	380
Jnyokern	11	306	11	412	11	562	11	683	11	772	11	819	11	772	10	729	8	635	9	467	11	363	12	300	568
Riverside	8	275	8	367	9	478	9	547	9	623	9	680	9	673	9	678	8	535	9	402	9	319	9	270	483

Tab.2 Tägliche Globalstrahlung J in $\text{g}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Tag}^{-1}$ im Monats- und Jahresmittel. (Die das Jahr 1962 einschließenden Werte sind gemessen in der internationalen Skala für Pyrheliometrie (1956) bzw. reduziert.) Werte aus (60).

im Juli beobachtet. Auf die geringsten Tageswerte sinkt die Globalstrahlung im Dezember ab.

5.1.3 Die Energiebilanz der Erdoberfläche

Nach der von BUDYKO (8) veröffentlichten Energiebilanz der Erdoberfläche erreicht in Kalifornien die positive Strahlungsbilanz eine Größenordnung von $60 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$. Über dem angrenzenden Ozean nimmt sie in Nord-Südrichtung von $80 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$ auf über $100 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$ zu. Der durch Verdunstung auftretende Energieverlust ist mit annähernd $10 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$ in der Wüste im Südosten und $40 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$ über den Kalifornien vorgelagerten Meeresräumen des Ostpazifiks gering. Dagegen ist der Energieverlust durch turbulenten Wärmeaustausch über dem Festland mit mehr als $40 \text{ kg}\cdot\text{cal}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{Jahr}^{-1}$ groß, geht aber über dem angrenzenden Meer auf unbedeutende Werte zurück. Aussagen über die Wärmetransportdivergenz des Meeres liegen nicht vor.

Um dem Verständnis der dargelegten regional unterschiedlichen Energiebilanzanteile der Erdoberfläche näher zu kommen, muß in die Betrachtung der Einfluß der Meeresgebiete Kaliforniens einbezogen werden.

5.2 DIE MEERESGEBIETE KALIFORNIENS

5.2.1 Der Ostpazifik im Bereich des Kalifornienstroms

Der sich entlang der nordamerikanischen Westküste mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 40 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ und einem Wassertransport von $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ als Kalifornienstrom südwärts wendende, 1000 km breite Zweig der nordpazifischen Meeresströmung ist vor der Südküste Kaliforniens von einem das ganze Jahr erhalten bleibenden Wasserwirbel mit vertikaler Achse begleitet, der zwischen dem Festland und den vorgelagerten Inseln zu einem Wassertransport nach Nordwesten führt. Weiter im Norden wechselt seewärts auf einer Breite von 150 km die Stromrichtung im Jahresablauf. In den Monaten November bis Februar, in denen der Norden Kaliforniens durch eine Hochdruckbrücke gekennzeichnet ist, besteht eine sich aus der Tiefe durchsetzende Strömung aus Südosten, die jedoch in den übrigen Monaten mit der Umgestaltung des Druckfeldes in niedere Breiten gerichtet ist (45). Da im freien Ozean nach der in erster Näherung gültigen EKMAN'schen theoretischen Ableitung des "reinen Triftstromes" (20, 21) die Mittelung des Wassertransports zwischen der auf der Nordhalbkugel um 45° nach rechts von der Windrichtung abgelenkten winderzeugten Oberflächenströmung und der Reibungstiefe eine Richtung senkrecht zu der Windrichtung ergibt, führt der Kalifornienstrom vor allem im Hochsommer zu einer Querkirkulation, die an der Küste das Aufquellen kalten Tiefenwassers bedingt (37). Am Kap Mendocino, im Nordwesten Kaliforniens, ist das Aufquellen des kalten Tiefenwassers durch die hier divergente Meeresströmung verstärkt (52). Für den in der kalten Jahreszeit polwärts gerichteten Stromzweig besteht entlang der Küste eine Absinkbewegung (45).

Die Bedeutung des gegenüber den anderen großen Meeresströmungen schwachen Kalifornienstroms zeigt ein Vergleich der Monatsmittel für die Wassertemperaturen am N-Schiff ($31^\circ 00' \text{ N}$, $140^\circ 00' \text{ W}$) mit denen des Feuerschiffs "Blunts Reef" ($40^\circ 26' \text{ N}$, $124^\circ 30' \text{ W}$) 8 km westlich vom Kap Mendocino in Abbildung 3. Während der Temperaturverlauf des Oberflächenwassers am N-Schiff zu einem niedrigsten Wert im Februar und März mit 18.6° C und einem höchsten Wert von 22.7° C im Oktober führt, wird an dem vor der Nord-

küste Kaliforniens liegenden Feuerschiff bei den für diese Breiten ungewöhnlich niedrigen Temperaturen und der geringen Jahresschwankung zwischen 9.1°C und 12.1°C der höchste Wert erst im Dezember erreicht. Der Temperaturrückgang zum Januar führt zu dem niedrigsten Wert im März. In welcher Weise im Sommer in der hier südwärts gerichteten divergenten Meeresströmung das aufquellende Tiefenwasser die Meerestemperaturen bestimmt, zeigt der Temperaturrückgang vom Mai zum Juli. Südlich vom Kap Mendocino, außerhalb der Bucht von San Franzisko, ist die Meerestemperatur ebenfalls noch ungewöhnlich niedrig. Die Jahresschwankung der Monatsmitteltemperaturen mit einem Minimum von 11.3°C im April und Mai sowie einem Maximum von 14.6°C

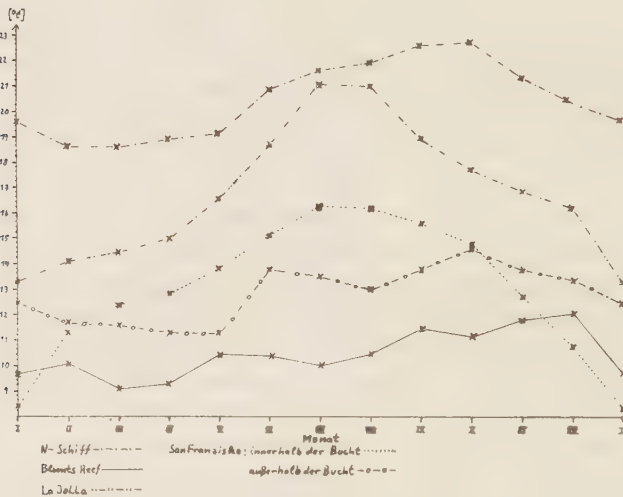


Abb. 3 Monatsmittel der Wassertemperaturen am N-Schiff (1954-1960), am Blunts Reef, innerhalb und außerhalb der Bucht von San Franzisko sowie vor La Jolla. (Die Beobachtungsperioden der vier letzten Meßstationen sind unbekannt.) Werte aus (52, 68).

im Oktober ist wenig größer. Ein sekundäres Minimum im Sommer mit 13.0°C stellt sich erst im August ein. Innerhalb der dem kalten Kalifornienstrom durch eine Bodenschwelle unmittelbar entzogenen Bucht von San Franzisko erreichen die Monatsmitteltemperaturen im Jahresverlauf in 30 bis 60 cm Wassertiefe ihren niedrigsten Wert von 8.3°C im Januar und steigen zum Juli auf 16.3°C an. Dieser in die Küstenkette eingebettete Meeresarm nimmt demnach eine Mittlerstellung zu dem Festland ein. Im Süden Kaliforniens erreicht die Wasseroberflächentemperatur vor La Jolla mit 21.1°C im Juli ein wesentlich höheres Maximum, während das Minimum mit 13.3°C im Januar nur wenig höher als der entsprechende Monatsmittelwert für das Seegebiet außerhalb der Bucht von San Franzisko ist.

Die niedrigen Wassertemperaturen sind eine der Voraussetzungen für die große Nebelhäufigkeit zwischen dem Kap Mendocino und Kap Conception.^{x)} Den an polare Breiten erinnernden Charakter dieser Region zeigen die Monatsmittelwerte in Abbildung 4. Im Bereich des Feuerschiffs "Blunts Reef", das hiernach an 1572 Stunden im Jahr von Nebel eingehüllt wird, ist der Monat April mit 80 Stunden noch am wenigsten benachteiligt. Zum Sommer hin nimmt die Nebelhäufigkeit schnell zu. Im August erreicht sie mit 208 Stunden ihren Höhepunkt, geht zum Dezember auf 85 Stunden zurück und sinkt nach einem Anstieg auf 118 Stunden im Januar zum April ab. Nördlich von San Franzisko, am Bonita Point, werden der Höchst- und Tiefstwert im September und Mai festgestellt. In Übereinstimmung mit COURT und GERSTON (9) ist im Bereich der Einbruchzone des Küstengebirges um San Franzisko die Nebelneigung geringer als in der weiteren Umgebung. Ebenso weist nach COURT und GERSTON die Südküste Kaliforniens bei den in Richtung niedriger Breiten zunehmenden Wassertemperaturen eine geringere Neigung zur Nebelbildung auf. Gleichwohl werden noch über 30 Tage im Jahr mit Nebel beobachtet, während es zwischen dem Kap Mendocino und Kap Conception mit Ausnahme der Umgebung von San Franzisko über 60 Tage im Jahr sind (9). Dichter Nebel tritt nach den Monatsmittelwerten in Abbildung 5 an dem 50 km nordwestlich von San Franzisko auf einer Halbinsel gelegenen Point Reyes an 157 Tagen im Jahr auf. Hierbei entfallen allein

x) Vergl. H. R. BYERS, Characteristic Weather Phenomena of California, Massachusetts Institute of Technology Meteorological Papers, Vol. I, No. 2, 1931.

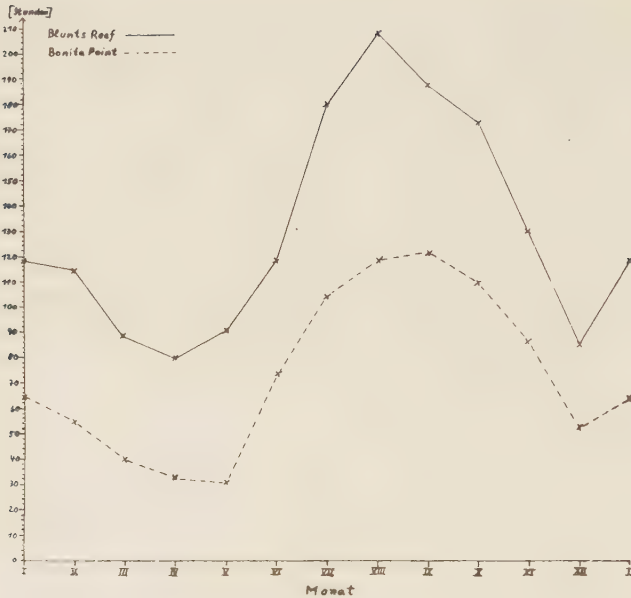


Abb.4 Monatsmittel der Stunden mit Nebel am Blunts Reef und am Bonita Point. (Die Beobachtungsperioden sind unbekannt.) Werte aus (52).

auf den August 21 Tage. In dem in der Übergangszone zwischen dem ozeanischen und dem festländischen Klima liegenden San Franzisko wird dagegen nur an 20 Tagen im Jahr dichter Nebel

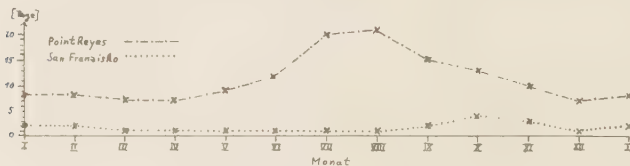


Abb.5 Monatsmittel der Tage mit dichtem Nebel am Point Reyes und in San Franzisko. (Die Beobachtungsperioden sind unbekannt. Bei dichtem Nebel beträgt die Sichtweite weniger als 300 m.) Werte aus (52).

beobachtet, wobei kein Monat verschont bleibt. Am häufigsten tritt dichter Nebel im Oktober auf.

Die Bedeutung des Kalifornien benachbarten Pazifischen Ozeans geht bereits aus den bisherigen Ausführungen hervor. Der in niedere Breiten gerichtete Kalifornienstrom führt auch im Sommer zu niedrigen Temperaturen des Wassers und damit der darüber befindlichen Luft. Da diese Luftmassen oftmals weit über das Meer geführt werden, stellt sich eine Taupunkterhöhung ein, die zu der großen Nebelhäufigkeit an der kalifornischen Küste, vornehmlich zwischen dem Kap Mendocino und dem Kap Conception, führt. Infolge der Nebel- und der ebenfalls auftretenden niedrigen stratiformen Wolkenfelder erreichen Sonnenscheindauer und Globalstrahlung im Küstenbereich, vor allem im Norden, geringere Werte als im Binnenland.

5.2.2 Der Golf von Kalifornien

Im Gegensatz zu dem Ostpazifik im Bereich des Kalifornienstroms steht der sich der Südgrenze Kaliforniens auf weniger als 100 km Entfernung nähernde, dem Staatsgebiet von Mexiko zugehörige Golf von Kalifornien. Im nördlichen Teil des annähernd 1100 km langen und nur 100 bis 200 km breiten Golfes kann im Sommer die Wassertemperatur auf Werte um 30°C ansteigen. Im Winter sinkt sie auf Werte um 17°C ab (1). Sein unmittelbarer klimatischer Einfluß auf Kalifornien bleibt lokal beschränkt.

5.3 DAS TEMPERATURFELD

Den eingangs dargelegten atmosphärischen Prozessen entsprechend, nimmt nach den vorstehenden Ausführungen die Globalstrahlung vom Binnenland nach der kalifornischen Westküste hin ab. Die Globalstrahlung ihrerseits ist für die Energieaufnahme durch die Erdoberfläche und im Zusammenwirken mit der Ausstrahlung und den modifizierenden Faktoren wie Wind, Austausch u.a. für die Lufttemperatur von entscheidendem Einfluß.

5.3.1 Das Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsgrundlage dienen Karten der Monatsmitteltemperaturen für Kalifornien im Zeitraum 1951 bis 1960, die in den Tafeln 14 bis 25 auf den Seiten 109 bis 120 wiedergegeben sind. Die mit Hilfe von 173 Temperaturmeßreihen der auf den Seiten 169

bis 1/6 aufgeführten Beobachtungsstationen neu konstruierten Isothermenkarten gestatten einen räumlich verallgemeinernden Überblick. Die Zuverlässigkeit der Betrachtungen ist dadurch gesteigert, daß die Beobachtungen nur an acht Stationen Unterbrechungen aufweisen und Verlegungen des Beobachtungsortes weitgehend vermieden sind. Nach den Stationsberichten (58) scheint die Annahme berechtigt, daß sich die lokalen Einflüsse an den Beobachtungsorten während der zehn Jahre nicht änderten. Man kann also die Aufzeichnungen bis auf diejenigen, die an den 39 unregelmäßig arbeitenden und auf den Seiten 167 bis 168 näher bezeichneten Stationen erfolgten, sowie diejenigen von Sacramento WB City (Nr.7633) und Ukiah (Nr.9122), deren Meßgeräte ihren Aufstellungsort nicht beibehielten, als homogen ansehen. Damit ist der Mangel, der durch den kurzen Beobachtungszeitraum hervorgerufen wird, gemildert. Angaben über die Aufstellung der Meßgeräte auf Hausdächern liegen für San Francisco WB und Los Angeles WB City vor (22). Über die für die Beurteilung der Meßwerte bedeutsame Topographie sowie über die Bebauung und Vegetation an den Beobachtungsstationen ist nichts bekannt. Eine Reduktion der Temperaturwerte auf NN für eine vergleichende Betrachtung wurde vornehmlich wegen des Fehlens einer hierfür allgemein anerkannten Gesetzmäßigkeit nicht durchgeführt, und entsprechende Überlegungen wurden nicht weiter verfolgt (vergl. auch G. HOFFMANN (31)).

Für Betrachtungen der Tagesschwankung der Temperatur dienen die den "Daily Weather Maps" (59) entnommenen täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen des Jahres 1967 an kalifornischen Stationen.

Die räumliche und zeitliche Änderung des Temperaturfeldes in der freien Atmosphäre können allein die für die Jahre 1946 bis 1955 gemittelten Aufstiegsresultate der Küstenstationen Oakland und Santa Maria sowie diejenigen von Las Vegas in Nevada nahe der Ostgrenze Kaliforniens verdeutlichen (61). Für die in neuerer Zeit eingerichteten Radiosondenstationen in Vandenberg, San Diego und auf dem San Nicolas Island sind keine Mittelwerte bekannt.

5.3.2 Der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen

Wie die Monatsmittelkarten der Tafeln 14 bis 25 zeigen, ist in

Kalifornien der kühlsste Monat der Januar.

Am Meer treten die Höchstwerte südlich bis zum Kap Conception erst im September auf (z.B. Eureka WB City, San Franzisko WB AP, Abb.6).

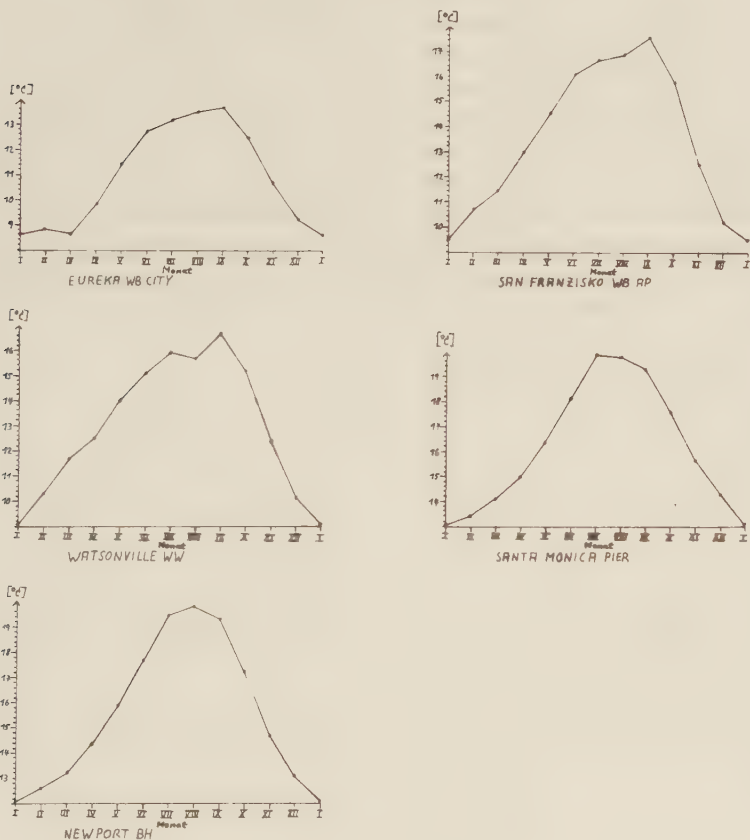


Abb.6 Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen an kalifornischen Küstenstationen im Zeitraum 1951-1960.
Werte aus (58).

Ursache für das gegenüber dem Sonnennöchststand sehr verspätete Eintreten der höchsten Monatsmitteltemperaturen sind die erst im Herbst abnehmenden Seewinde und Seenebel. Im August kann sogar ein sekundäres Temperaturminimum vorliegen (z.B. Watsonville WW, Abb.6). Dieser Temperaturrückgang vom Juli zum August wird in Bereichen der Einbruchzone der Küstenkette an der Bucht von San Franzisko, weiter südlich an der Bucht von Monterey sowie auf der Küstenebene von Santa Maria beobachtet. Für die entsprechenden Stationen stellt er nach den einzelnen Monatsmittelwerten keine jährliche Erscheinung dar. Eine ausgeprägte Dämpfung des Temperaturanstiegs im August ist aber meist erkennbar. Bei dem maritimen Gang der Monatsmitteltemperaturen ist die Jahresschwankung vor allem im Nordwesten Kaliforniens gering. Zum Landesinnern, an der Westabdachung des Küstengebirges, sinken naturgemäß die Monatsmitteltemperaturen im Januar auf tiefere Werte als an der Küste ab. Zum Maximum im Juli steigen sie auf höhere Werte an. Ein Beispiel gibt Alderpoint in der Abbildung 7.

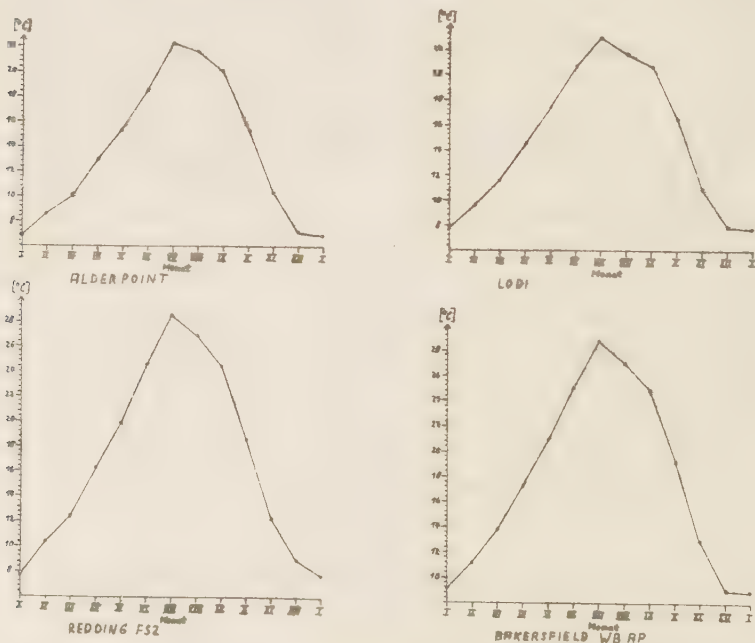


Abb.7 Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen im Küstengebirge und im Tal von Kalifornien im Zeitraum 1951-1960. Werte aus (58).

Im Tal von Kalifornien kann im Sommer eine noch ausgeprägter in Erscheinung tretende Erwärmung erfolgen, da dieses Tal allseitig von Gebirgszügen umschlossen ist, die nur bei San Franzisko zurücktreten. Infolge der Einbruchzone des Küstengebirges ist östlich von San Franzisko im Vergleich zu den Gebieten im Norden und Süden die Temperaturzunahme bei steigender Sonnenhöhe gedämpft. Ein Beispiel bietet in der Abbildung 7 Lodi im Gegensatz zu Redding NS 2 im Norden und Bakersfield WB AP im Süden des kalifornischen Längstales.

In der Sierra Nevada sind aufgrund der Höhenlage die Temperaturen niedriger.

In der Wüste des Südostens, die dem Meereseinfluß durch das Küstengebirge entzogen ist, sind die Temperaturen im Sommer besonders hoch. Im Winter gleichen sie mehr denen der anderen Landschaftszonen in vergleichbarer Höhenlage.

Im J a n u a r (Tafel 14) ist es an den Küsten verhältnismäßig mild, wobei im Norden die Mitteltemperaturen mehr als 8°C , im Süden zumeist mehr als 12°C betragen. Im Tal von Kalifornien sind die Temperaturwerte niedriger als in gleicher Breite an der Küste. In der Talschle werden nordwärts bis Marysville Monatsmittel von 8°C zumeist nur geringfügig überschritten. Am Shasta-Stausee, wo die Sierra Nevada mit dem Küstengebirge zusammenwächst, sinkt der Mittelwert der Temperatur unter 7°C ab. Temperaturmittelwerte unter 0°C weisen nicht nur die Sierra Nevada und die höheren Lagen des Küstengebirges, sondern auch die Hochebene im Norden Kaliforniens auf. In der Mojave-Wüste, die kühler als der im Westen gelegene Küstenabschnitt ist und in der im Südosten Werte von mehr als 12°C festgestellt werden, gehen die Temperaturen nach dem Norden unter 8°C zurück und sinken somit unter die Werte, die im Süden des kalifornischen Längstales erreicht werden. Hiervon ausgenommen ist das unter dem Meeresniveau liegende Death Valley.

Im F e b r u a r (Tafel 15) verbleiben bei dem allgemeinen Temperaturanstieg die Monatsmittelwerte nur noch in den hoch gelegenen Gebirgsregionen unter 0°C . Im Süden der Sierra Nevada befindet sich die Nullgradgrenze annähernd 2000 m, im Norden

1600 m über NN. Bemerkenswert ist die Wärmezungung von der Küste bei San Franzisko zum Landesinnern den Sacramento entlang.

Die mit steigendem Sonnenstand weiter zunehmende Erwärmung führt im M ä r z (Tafel 16) dazu, daß nunmehr im Tal von Kalifornien und in den südöstlichen Wüstenregionen die Mitteltemperaturen höher als an der Küste sind. Hervorzuheben sind die sich schwach abzeichnende Warmluftinsel im Norden des kalifornischen Tales im Schutz der Gebirgsketten sowie die Wärmeinsel an der Ostabdachung der Sierra Nevada im Norden. Die größte Erwärmung hat sich in das Gebiet des Death Valley verlagert.

Im A p r i l (Tafel 17) bahnt sich die bevorzugte Erwärmung der Küstenebene im Südwesten und der Westabdachung des Küstengebirges nördlich von San Franzisko an.

Im M a i (Tafel 18) nimmt der Temperaturgegensatz zwischen der Küste und dem sich stark erwärmenden Binnenland erheblich zu.

Im J u n i (Tafel 19) wird südlich von San Franzisko Point Piedras Blancas, das mit 12.2°C einen um $6/10^{\circ}\text{C}$ niedrigeren Mittelwert als das allgemein als kühl bekannte Eureka aufweist, zur kühlgsten Küstenstation. Dieses Ergebnis beruht auf den Monatsmittelwerten von acht der zehn Beobachtungsjahre. Die höchsten Mitteltemperaturen treten in dem vorliegenden Beobachtungszeitraum im östlichen Bergland der Mojave-Wüste auf. Damit ist angezeigt, daß hier die Temperaturen denen im Death Valley nicht nachzustehen brauchen.

Im J u l i (Tafel 20) wird im Binnenland der Höhepunkt der Erwärmung erreicht. An der Küste stellt sich entsprechend der eingangs wiedergegebenen Anschauung von SCHERHAG ein ungewöhnlich großes ost-westliches Temperaturgefälle ein. An der Westabdachung des Küstengebirges im Norden nähern sich die 16°C -

und 20°C -Isothermen auf annähernd 25 km. Ein ebenso starkes Temperaturgefälle entsteht im Küstenabschnitt nördlich vom Kap Conception. Die größten Temperaturgradienten bestehen an den steil aufragenden Gebirgszügen im Landesinnern. Berücksichtigt man, daß in den südöstlichen Wüstenregionen die Temperaturen im Monatsmittel zum Teil 35°C überschreiten, wird auch großräumig über 300 km Entfernung ein ausgeprägter Temperaturgegensatz deutlich. Da auf dem Mt. Hamilton in 1283 m Höhe die Monatsmitteltemperatur mit 22.0°C um 6.1°C höher als in dem weiter südlich an der Bucht von Monterey 29 m über NN gelegenen Watsonville ist und nach den Radiosondenaufstiegen in Oakland (vergl. Abschnitt 5.3.5, Tabelle 4) dieser Temperaturwert nicht allein als Wirkung der hochgelegenen Heizfläche angesehen werden kann, wird die für Kalifornien bekannte Küsteninversion erkennbar.

Im A u g u s t (Tafel 21), in dem abseits der Küstengebiete der Höhenpunkt der Erwärmung überschritten ist, werden im kalifornischen Längstal nur noch an den Gebirgsabdachungen im Süden mehr als 28°C festgestellt. Im Death Valley treten noch Temperaturmittelwerte von über 37°C auf. Bei San Franzisko, an der Bucht von Monterey und auf der Ebene von Santa Maria stellt sich häufig ein ausschließlich auf diese Gebiete beschränkter Temperaturrückgang ein. An der Südwestküste Kaliforniens und auf der Insel Santa Catalina wird der Höhenpunkt der Erwärmung erreicht.

Im S e p t e m b e r (Tafel 22), in dem die Küstenregionen nördlich vom Kap Conception ihre höchsten Mitteltemperaturen aufweisen, ist Eureka WB City mit 13.7°C erneut die kühlsste Küstenstation. Die Küstenebene im Süden und das niedrige Bergland im Norden sind noch immer wärmer als der unmittelbar an das Meer grenzende Landstreifen. Im Tal von Kalifornien werden im Norden und Süden mehr als 24°C , im Death Valley mehr als 33°C festgestellt.

Im O k t o b e r (Tafel 23) ist das Death Valley-Gebiet nicht wärmer als der Süden der Wüste.

Im N o v e m b e r (Tafel 24) gehen über dem Festland die

Temperaturen so weit zurück, daß nördlich vom Kap Conception die Gebiete unmittelbar am Meer wärmer als landeinwärts die Abdachung des Küstengebirges, das San Joaquin Valley und die Mojave-Wüste sind. Neben der Sierra Nevada ist die Hochebene im Nordosten besonders kühl.

Im D e z e m b e r (Tafel 25) ist die Küste mit annähernd 9°C im Norden und mit über 14°C bei Los Angeles wärmer als in gleicher Breite das kalifornische Längstal und die Mojave-Wüste. Die Temperaturgegensätze zwischen Küste und Binnenland sind wie auch in den nachfolgenden Wintermonaten im Gegensatz zum Sommer gering.

5.3.3 Der Tagesgang der Temperatur

Aus den für die Sommermonate wiedergegebenen täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen im Jahr 1967 in den Tafeln 26 bis 28 ist ersichtlich, daß im Verlauf des Juni und in den folgenden Monaten Juli und August im Tal von Kalifornien nicht nur die Tagestemperaturen, sondern auch die Nachttemperaturen höher als an der Küste sind. Dieses Temperaturgefälle läßt an der Einbruchzone des Küstengebirges bei San Franzisko im Deltagebiet des Sacramento und San Joaquin eine permanente Seewindzirkulation erwarten. Windbeobachtungen in San Franzisko bestätigen diese Vermutung vollauf (vergl. Kapitel 5.6.2). Die Sommertemperaturen im Tal von Kalifornien, die östlich von San Franzisko niedriger als weiter im Norden und Süden sind, finden somit ihre Erklärung.

5.3.4 Die Extreme der Temperatur

Der thermische Spielraum in Kalifornien ist durch die Extremtemperaturen festgelegt. In Tabelle 3 sind die absoluten Temperaturextreme und die mittleren monatlichen Temperaturextreme angeführt, wobei aus dem gesamten Beobachtungsmaterial diejenigen Stationen ausgewählt wurden, die den höchsten bzw. niedrigsten Wert repräsentieren. Hiernach erreichten die absoluten Temperaturextreme und die mittleren monatlichen Temperaturextreme der einzelnen Monate ihre Höchstwerte im Juli in der

Mojave-Wüste, die niedrigsten Werte im Januar in der Sierra Nevada. Die höchste in Kalifornien und zugleich in der westlichen Hemisphäre gemessene Temperatur trat am 20. Juli 1913 im Death Valley an der Station Greenland Ranch mit $+56.7^{\circ}\text{C}$ auf. Dieser Temperaturwert wird oft angezweifelt (vergl. auch G. HOFFMANN (31)). Die niedrigste in Kalifornien gemessene Temperatur stellte sich im Norden der Sierra Nevada in Boca mit -42.8°C ein. Die besonderen meteorologischen Bedingungen im

Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Temp. (°C)												
Temperaturmaxima	36.7	40.6	40.6	45.0	49.4	51.7	56.7	52.8	50.6	46.7	43.3	39.8
Beobachtungszeitraum (Jahre)	61	61	61	47	64	25	47	47	25	49	47	25
Beobachtungsort	Death Valley	Death Valley	Death Valley	Greenland Ranch	Death Valley	Low Creek	Greenland Ranch	Greenland Ranch	Low Creek	Death Valley	Death Valley	La Mesa
Mittl. monatliches Temperaturminimum	21.1	23.5	29.4	32.6	39.8	42.9	46.7	45.4	44.6	33.7	27.0	22.7
Beobachtungszeitraum (Jahre)	55	55	47	47	25	25	25	25	25	55	55	55
Beobachtungsort	Indio, U.S.D.G.	Indio, U.S.D.G.	Greenland Ranch	Greenland Ranch	Low Creek	Low Creek	Low Creek	Low Creek	Low Creek	Indio, U.S.D.G.	Indio, U.S.D.G.	Indio, U.S.D.G.
Mittl. monatliches Temperaturminimum	-13.4	-12.0	-9.4	-5.9	-2.5	1.0	2.8	1.0	-1.5	-4.0	-7.6	-10.4
Beobachtungszeitraum (Jahre)	24	24	26	26	26	24	24	24	24	24	24	24
Beobachtungsort	Boca	Boca	Twins Lakes	Twins Lakes	Twins Lakes	Boca	Boca	Boca	Boca	Boca	Boca	Boca
Temperaturmaxima	-42.8	-40.6	-33.9	-22.8	-20.0	-12.2	-6.7	-7.8	-13.9	-17.2	-25.0	-35.0
Beobachtungszeitraum (Jahre)	24	24	47	26	26	26	20	24	26	26	48	24
Beobachtungsort	Boca	Boca	Altamira, R.S.	Twins Lakes	Twins Lakes	Twins Lakes	Twins Lakes	Boca	Twins Lakes	Twins Lakes	Sierra Vista, R.	Boca

Tab.3 Absolute Temperaturmaxima (-minima) und mittlere monatliche Temperaturmaxima (-minima) an kalifornischen Beobachtungsstationen einschließlich des Beobachtungsjahres 1960. Werte aus (58).

Zusammenwirken mit dem vielgestaltigen Relief verursachen demnach in Kalifornien eine maximale Schwankungsbreite der Temperatur von annähernd 100°C . Für die mittleren monatlichen Temperaturextreme beträgt die maximale Schwankungsbreite noch annähernd 60°C .

5.3.5 Die Mitteltemperaturen in der freien Atmosphäre

Außer der Lufttemperatur über dem Erdboden ist deren Änderung mit der Höhe, die durch die Gesamtheit der thermodynamischen und dynamischen Vorgänge bestimmt ist, von großer klimatischer Bedeutung. So wirkt für die Nebelfelder, die auf die Küstenge-

bierte Kaliforniens übergreifen, neben dem Küstengebirge die bereits erkannte Passatinversion als Sperre. Umgekehrt sind über dem im Sommer stark erwärmten Binnenland in Bodennähe überadiabatische Temperaturgradienten, die den turbulenten Wärmefluß in höhere Schichten fördern, zu erwarten.

Im Januar besteht nach Abbildung 8 in der Höhe ein landeinwärts und vor allem nordwärts gerichtetes Temperaturgefälle.

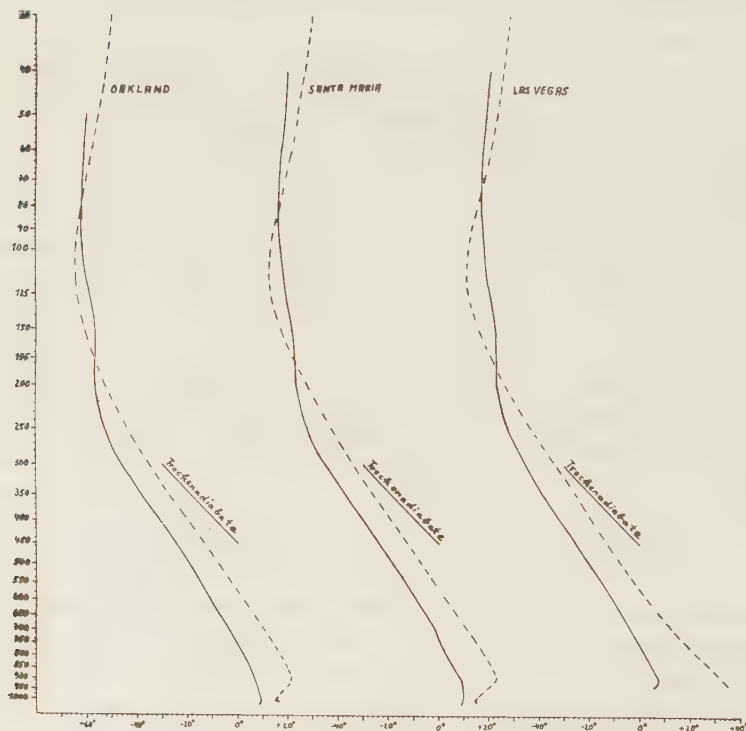


Abb.8 Mittlere Januar (ausgezogene Linien)- und Julitemperaturen (unterbrochene Linien) über Oakland, Santa Maria und Las Vegas im Zeitraum 1946-1955. Werte aus (61).

Im Juli sind in Santa Maria die Mitteltemperaturen aufwärts bis zum 950 mb-Niveau niedriger, sodann bis zu der 200 mb-Fläche höher als in dem nördlicher gelegenen, mehr dem Landesinnern zugehörigen Oakland. Die Passatinversion ist an der Küste deutlich erkennbar. Die gemittelten Aufstiege für das kontinentale Las Vegas, das stellvertretend für die im Sommer heißen, vom Hitzetief geprägten Wüstengebiete im Südosten Kaliforniens charakteristisch ist, weisen aufwärts bis zum 600 mb-Niveau und erneut von der 450 bis 250 mb-Fläche höhere Temperaturwerte als im Küstenbereich auf.

Einen ersten Einblick in die bodennahe Temperaturschichtung im Jahresablauf gestattet die Tabelle 4. In welcher Weise die wärmere Jahreszeit an der Küste durch eine ausgeprägte Passatinversion gekennzeichnet wird, verdeutlichen selbst diese die Feinstruktur des vertikalen Temperaturverlaufs unterdrückenden Angaben für Höhenstufen von 50 mb, indem Schichtdicken von mindestens 450 m abgeschätzt werden können. Die vertikale Mächtigkeit des von GILLIAM und Mac ADIE (24, 44) anschaulich geschilderten nebelerfüllten maritimen Luftkörpers unterhalb der Inversion der Grundsicht wächst nach einer Untersuchung von EDINGER (19) für die Küstenebene von Los Angeles zum Landesinnern an. Am Meer wurden annähernd 300 m, in 40 km Entfernung von der Küste 600 m beobachtet. In Übereinstimmung mit den Bodenbeobachtungen erfolgt über der Küstenebene nördlich vom Kap Conception in Santa Maria, nachweisbar von 900 mb bis 1000 mb, eine Verschiebung des Temperaturmaximums vom Juli auf den September bei einem sekundären Temperaturminimum im August. In Oakland ist diese Erscheinung von der 950 mb-Fläche an bis zum Boden erkennbar. Die in der kühlen Jahreszeit absinkende Inversion bleibt in Santa Maria während des gesamten Jahres erhalten. In Oakland löst sie sich dagegen im Februar auf, ohne in den folgenden zwei Monaten erneut in Erscheinung zu treten. In Las Vegas ist eine auf die Ausstrahlung des Erdbodens zurückzuführende Inversion vom September bis zum Februar vorhanden, während zum Juli hin die Stabilität der Schichtung mit der starken Erwärmung abnimmt.

Druckfläche [mb]	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
850	4.4 1506	5.1 1502	4.5 1484	8.2 1494	11.5 1492	14.6 1499	19.9 1516	18.9 1513	17.8 1506	12.9 1509	9.1 1515	5.7 1505
900	6.7 1040	7.3 1044	6.9 1046	10.2 1020	13.4 1013	16.7 1015	21.6 1022	20.5 1022	19.9 1015	14.8 1027	11.2 1030	7.6 1036
950	7.7 599	9.1 596	9.0 593	14.3 594	13.2 563	15.0 564	19.0 567	18.2 567	19.2 559	16.0 559	12.9 591	9.0 593
1000	9.3 127	10.7 166	11.2 143	12.2 140	13.4 126	14.8 122	15.3 118	15.7 119	16.7 111	15.8 133	13.7 155	10.3 163
Boden	8.8 1020	10.7 1020	11.9 1017	13.2 1016	14.4 1014	15.9 1014	16.5 1013	17.1 1013	15.6 1015	12.9 1018	9.8 1019	

Oakland

Druckfläche [mb]	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
850	5.9 1509	6.5 1510	5.9 1488	9.6 1496	12.6 1493	16.3 1500	21.5 1516	20.6 1516	19.4 1506	14.5 1506	10.8 1516	7.5 1510
900	8.7 1040	8.9 1038	8.6 1038	14.7 1020	14.0 1011	17.1 1013	22.9 1020	22.0 1021	21.4 1013	16.8 1014	13.7 1022	9.5 1028
950	9.8 595	10.8 593	10.1 595	14.7 593	12.6 563	14.6 563	18.2 565	17.8 567	18.8 556	16.7 570	14.5 586	11.2 592
1000	10.0 165	11.2 167	11.0 147	14.5 138	12.5 126	13.8 120	14.4 122	14.1 119	14.7 109	13.9 127	13.4 149	11.4 159
Boden	8.8 1011	10.3 1011	10.9 1009	11.9 1008	12.9 1007	14.4 1006	15.0 1006	14.6 1006	14.9 1005	13.7 1009	12.7 1009	10.0 1011

Santa Maria

Druckfläche [mb]	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
850	5.0 1498	7.6 1498	9.9 1462	15.8 1431	19.8 1443	24.9 1468	28.6 1496	27.6 1499	25.5 1492	18.5 1499	11.7 1509	6.9 1504
900	7.7 1029	11.0 1024	13.9 1024	20.0 989	24.2 983	29.4 968	33.0 965	31.9 985	29.8 990	22.4 982	14.2 1008	9.6 1022
Boden	5.9 948	9.6 993	13.9 939	20.6 937	25.5 935	31.1 935	34.7 936	32.7 936	28.9 936	20.3 927	11.6 939	7.3 944

Las Vegas

Tab.4 Monatsmitteltemperaturen am Boden und an bodennahen Hauptmillibarflächen einschließlich der Monatsmittelwerte für den Bodendruck in mb und die Höhe der Druckflächen in gpm für Oakland, Santa Maria und Las Vegas im Zeitraum 1946-1955. Werte aus (61).

5.4 DAS NIEDERSCHLAGSFELD

Die Erwärmung der Erdoberfläche führt zur Verdunstung ihres Oberflächenwassers, das als Niederschlag ausfällt. Es kommt somit ein Wasserkreislauf, der das Klima entscheidend mitbestimmt, zustande.

5.4.1 Das Untersuchungsmaterial

Für die Untersuchung liegen auf den Zeitraum 1951 bis 1960 bezogene neu konstruierte Karten der mittleren monatlichen Niederschlagshöhen sowie deren Jahressummen vor, die in den Tafeln 29 bis 41 auf den Seiten 125 bis 137 wiedergegeben sind.

Bei der Konstruktion der Niederschlagskarten für Kalifornien konnten 274 Messreihen der auf den Seiten 169 bis 176 aufgeführten Beobachtungsstationen berücksichtigt werden. Hierzu gehören zahlreiche Beobachtungsreihen von Niederschlagsstationen in entlegenen Gebieten. Gleichwohl ist in den Wüstenregionen des Südostens das Beobachtungsnetz zu weitmaschig. Um möglichst nur homogene Beobachtungsreihen zu berücksichtigen, sind wiederum diejenigen Stationen ausgewählt worden, deren Reihen in dem ohnehin kurzen Beobachtungszeitraum keine oder nur wenige Unterbrechungen aufweisen und mit Ausnahme der schon herausgestellten Stationen Nr.7633 und Nr.9122 ohne Ortswechsel der Messgeräte gewonnen wurden. Die Stationen mit unregelmäßigen Registrierungen sind im Anhang auf den Seiten 167 bis 168 angegeben. Einen Einblick in die Häufigkeit und Intensität des Niederschlags gestatten Angaben der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm und mindestens 12.7 mm Niederschlag im Monatsmittel und deren Jahressummen in den Tafeln 42 bis 67 auf den Seiten 139 bis 165. Die Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag wurden im Zeitraum 1954 bis 1960, die Niederschlagstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag in den Jahren 1951 bis 1960 beobachtet. In den Tafeln sind Linien gleicher mittlerer Zahl der Niederschlagstage nicht analysiert worden, da wegen der großen Entfernung der Beobachtungsorte untereinander der Einfluß der vielgestaltigen Topographie auf ihren Verlauf nicht sicher erkennbar ist.

5.4.2 Die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen

Die in der Tafel 29 wiedergegebene Niederschlagsverteilung für die Jahressumme der Niederschlagshöhen spiegelt das Relief Kaliforniens wider. Damit ist ein Hinweis gegeben, daß die Niederschläge vorwiegend durch Zyklonen verursacht werden. Der Stau an den dem Meer zugewandten Gebirgszügen bedingt vor allem im Norden hohe Niederschlagswerte, die im Nordwesten im Küstengebirge einen Maximalwert von 2504 mm im Jahr (Gasquet Ranger

Station) aufweisen. In gleicher Breite sinken sie indessen im Lee der Bergzüge auf der über 1000 m hoch gelegenen Ebene auf weniger als 300 mm im Jahr ab. Nördlich von 39.5° N weist das Küstengebirge höhere Niederschlagssummen als die Sierra Nevada auf, südlich von 39.5° N geringere. Eine Trockeninsel im kalifornischen Tal mit weniger als 140 mm im Jahr im Süden sowie die ausgeprägte Niederschlagsarmut der Mojave- und Colorado-Wüste mit weniger als 50 mm im Jahr treten deutlich hervor. Die schützende Wirkung der Sierra Nevada und der Küstenkette kommt zum Ausdruck.

Nach der Tafel 42 nimmt die Anzahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag im Jahr in Richtung niederer Breiten sehr ab und ist im Luv der Gebirge deutlich erhöht. Im nordwestlichen Küstengebirge steigt sie auf vierundneunzig an und sinkt im Südosten in der Colorado-Wüste auf zwei ab. Aus dem Vergleich obiger Angaben mit der Tafel 55, in der die Niederschlagstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag im Jahr dargestellt sind, geht hervor, daß im Gebirge zumeist die Zahl der Tage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag überwiegt. Eine Ausnahme bilden die Küstenkette zwischen San Francisco und dem Kap Conception abseits der Bergzüge nördlich und südlich der Bucht von Monterey sowie die mehr dem Landesinnern zugewandten Erhebungen. Auf der Hochebene im Norden, im inneren Bereich des kalifornischen Längstales und in der Wüste im Südosten treten im Lee der Gebirge östlich der Warner-Kette im Norden, der Temblor-Kette im südlichen San Joaquin Valley und der San Bernardino-Kette in der Mojave-Wüste die Tage mit den geringeren Niederschlagshöhen besonders hervor.

5.4.6 Die Abhängigkeit der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen von der Periodenlänge

Ein Hauptmerkmal des Niederschlags ist seine Variabilität von Jahr zu Jahr infolge der Schwankungen zwischen Feucht- und Trockenjahren. Nach LANDSBERG und JACOBS (39) ist unter allen Klimaelementen die Schwankungsbreite des Niederschlags besonders groß. Die notwendige Länge der Niederschlagsreihen für eine brauchbare Mittelbildung beträgt hiernach an der Küste

und im Flachland vierzig Jahre, im Gebirge fünfzig Jahre. Für die Beurteilung der lediglich auf zehnjährigen Beobachtungen beruhenden Karte des mittleren jährlichen Niederschlags wird daher geprüft, inwieweit die Mittelwerte gesichert sind. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 9, in der in Anlehnung an WAGGONER (64) für kalifornische Stationen die Abhängigkeit der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe von der Beobachtungslänge mit

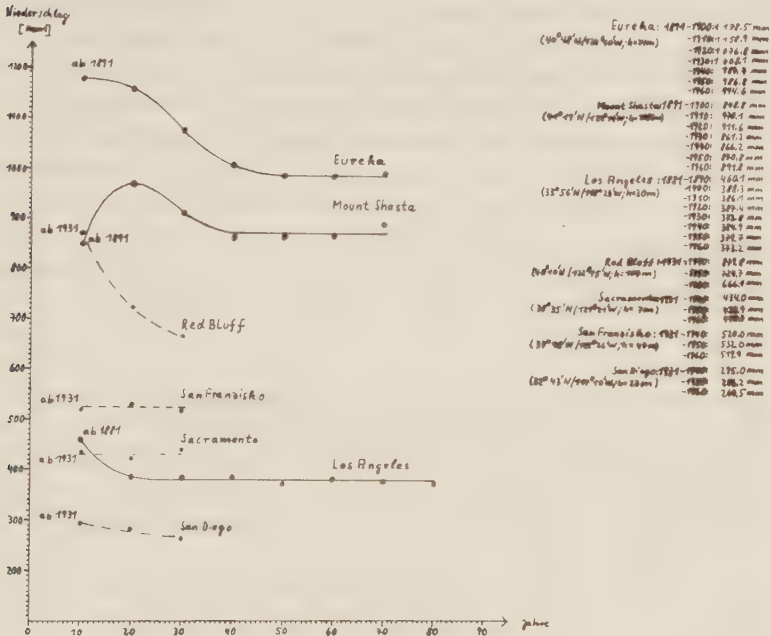


Abb. 9 Mittlere jährliche Niederschlagshöhe in Abhängigkeit von der Beobachtungslänge für kalifornische Stationen. Werte aus (62).

Hilfe berechneter Dekadenmittelwerte dargestellt ist. Hiernach hat an der niederschlagsreichen Nordwestküste in Eureka das Jahresmittel, das für den Zeitraum 1891 bis 1900 den Jahreswert von 1178.5 mm im Jahr erreicht, erst mit der fünfzigjährigen

Periode 1891 bis 1940 einen nur noch wenig veränderlichen Wert von annähernd 990 mm im Jahr angenommen. Die ostwärts im gebirgigen Landesinnern gelegene Station Mount Shasta besitzt nach vierzig Jahren einen großen Schwankungen nicht mehr unterworfenen Niederschlagsmittelwert, während an der Küste im Süden Los Angeles bereits mit der Periode 1891 bis 1900 einen repräsentativen Mittelwert aufweist. Durch die ebenfalls eingetragenen Berechnungen aus dem Zeitraum 1931 bis 1960 für die Stationen San Diego, San Franzisko, Sacramento und für die im Norden des kalifornischen Tales gelegene Station Red Bluff, deren Beobachtungsreihe allerdings nicht homogen ist (56), wird das Ergebnis gestützt, daß in den niederschlagsärmeren Regionen abseits der durch konvektive Niederschläge geprägten Wüsten des Südostens (vergl. Abschnitt 5.4.4) kürzere Beobachtungsreihen ausreichend sind. Für Periodenlängen, die zu einem hinreichend genauen Niederschlagsmittelwert führen, besteht nach dieser Untersuchung in Kalifornien eine große regionale Abhängigkeit.

5.4.4 Die Streuung und die Extreme der mittleren jährlichen Niederschlagshöhen

Für die Bewertung der betrachteten zehnjährigen Niederschlags-

Region	Station	Mittel der Jahre 1951-1960 (mm)	Streuung d (mm)	% vom Mittel	Maximum (mm)	% vom Mittel	Minimum (mm)	% vom Mittel
Küste	Eureka	1041	136	12	1277	123	740	71
	Fort Ross	1095	185	17	1265	116	678	62
	San Francisco	496	165	33	821	166	234	47
	San Luis Obispo	507	161	32	795	147	253	50
	Los Angeles WBAP	328	144	44	634	193	103	31
	San Diego WBAP	221	93	42	394	178	87	39
Zentral-Kalifornien	Red Bluff WBAP	549	135	25	759	138	336	61
	Sacramento WB City	472	135	29	694	147	301	64
	Bakersfield WBAP	193	55	39	245	122	48	33
	Tululake	279	76	27	384	138	121	44
	Mount Shasta WB City	1018	180	18	1323	130	763	75
	Boca	530	135	25	767	145	332	63
Sierra Nevada	S.E. Yosemite N.P.	1103	255	23	1551	141	632	57
	Bishop WBAP	148	54	36	257	173	66	44
	Haiwee	129	57	44	263	204	47	36
	Indio USD. 6.	64	41	63	164	255	11	16
	Beythe	94	59	63	221	236	12	12

Tab.5 Mittlere jährliche Niederschlagshöhen, Streuung sowie extreme Niederschlagshöhen einschließlich der Angaben in Prozent vom Mittel für den Zeitraum 1951-1960. Werte aus (56).

mittelwerte müssen neben der Verlässlichkeit der Mittelwerte noch die aufgetretenen Abweichungen vom Mittelwert bekannt sein. Es werden daher in der Tabelle 5 für mittlere jährliche Niederschlagshöhen, die für die kalifornischen Großlandschaften charakteristisch sind, die Extreme und die berechneten Streuungen wiedergegeben. Es wird deutlich, daß in Kalifornien die Streuung des jährlichen Niederschlags in Richtung niederer Breiten erheblich zunimmt. Die mittlere Abweichung von 12% an der niederschlagsreichen Nordwestküste in Eureka steht den Abweichungen von 63% in der Mojave-Wüste gegenüber. Das gleiche Bild erhält man für die Niederschlags-extreme.

5.4.5 Der Jahresgang der mittleren monatlichen Niederschlagshöhen

Die für das Gebiet von Kalifornien charakteristische allgemeine Zirkulation führt zu einem ebenso bezeichnenden Jahresgang des Niederschlags. Wie die mittleren monatlichen Niederschlagskarten der Tafeln 30 bis 41 und darüber hinaus die Abbildung 10 verdeutlichen, gehen in dem durch Winterniederschläge ausgezeichneten Kalifornien die größten Niederschlagsmengen überwiegend im Januar nieder. Ausgenommen ist das östliche Grenzgebiet der Mojave-Wüste, das die höchsten mittleren monatlichen Niederschlagssummen im August aufweist. Ursache für diese Sommerniederschläge sind Feuchtlufteinschübe an der Westflanke kontinentaler Hochdruckgebiete in das Hitzetief. Sie führen zu konvektiven Niederschlägen, die auf die Mojave- und Colorado-Wüste im Westen ausgreifen (25). Da die Sierra Nevada und das Küstengebirge im Süden Kaliforniens eine wirksame Feuchtluftfalle sind, bleibt es im Sommer im Tal von Kalifornien, in der angrenzenden Küstenkette und in der Küstenebene im Süden nahezu niederschlagslos, wobei die Länge der Trockenperiode nach Süden hin zunimmt.

Im Januar (Tafeln 30, 43, 56) ist die Niederschlagshöhe im Lee des südlichen Küstengebirges besonders gering. Während im Norden an der Küste sechzehn Niederschlagstage (Tage mit

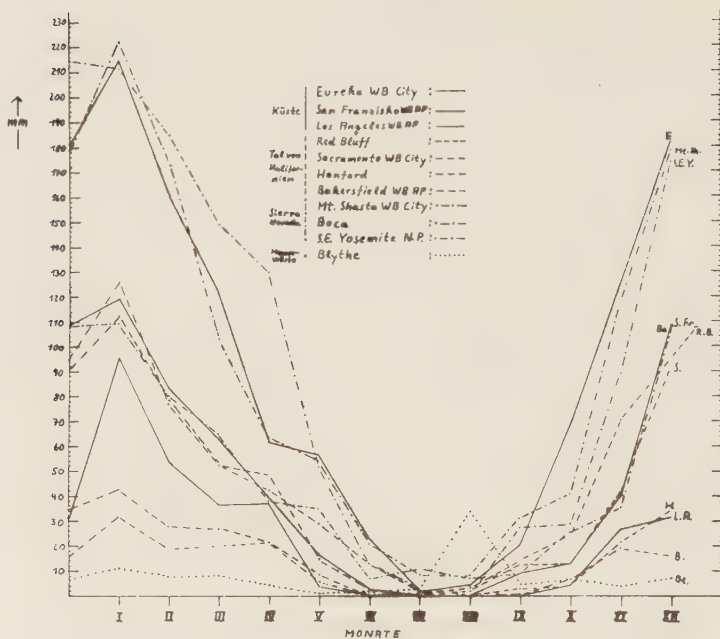


Abb.10 Jahresgang der mittleren monatlichen Niederschlags-
höhen in mm an der Küste, im Tal von Kalifornien, in
der Sierra Nevada und in der Mojave-Wüste für den
Zeitraum 1951-1960. Werte aus (58).

mindestens 2.5 mm Niederschlag) eine Niederschlagshöhe von
mehr als 500 mm verursachen können, tritt im Südosten in der
Colorado-Wüste bei einer Niederschlagshöhe von weniger als
10 mm nur ein Niederschlagstag auf.

Vom Februar bis zum April (Tafeln 31-33, 44-46, 57-59) ver-
ringert sich die zum Sommer hin abnehmende Niederschlagstätig-
keit, daß eine gegenüber der Sierra Nevada bevorzugte Befeuch-
tung des Küstengebirges im Norden nicht mehr festzustellen ist.

Im Mai (Tafeln 34, 47, 60) ist im kalifornischen Längstal vielfach nur noch ein Niederschlagstag zu verzeichnen.

Im Juni (Tafeln 35, 48, 61) tritt bis 39° nördlicher Breite kaum noch ein Niederschlagstag auf, und in den Wüsten des Südostens ist in dem Zeitraum 1951 bis 1960 in einigen Gebieten messbarer Niederschlag gänzlich ausgeblieben.

Im Juli (Tafeln 36, 49, 62), zur Zeit der größten Hitze im Binnenland, weitet sich westlich der Sierra Nevada die große Trockenheit, während der von 1951 bis 1960 kein Niederschlagstag auftrat, bis in den Norden des kalifornischen Längstales aus. In den Küstengebieten schlagen sich infolge der häufigen Nebel mit großer Wahrscheinlichkeit erhebliche Wassermengen nieder, die jedoch mit Regenmessern nicht erfassbar sind. Das Küstengebirge und die Wüsten im Süden sowie das Massiv des White Mountain östlich der Sierra Nevada sind nicht mehr so niederschlagsarm wie im Vormonat. Von HANN (27) wurden im Death Valley Gewitter mit so heftigen Wolkenbrüchen, bei denen in den Ravinen der Berge "unglaubliche Wassermassen" herabstürzten, beobachtet, daß sie "den schrecklichsten Anblick in diesem Tale bieten". Gleichwohl bleiben die in den einzelnen Gebieten sehr unregelmäßig niedergehenden Wolkenbrüche für den Niederschlag der gesamten Wüstenlandschaft unbedeutend.

Im August (Tafeln 37, 50, 63) werden die größten Niederschlagshöhen im Südosten Kaliforniens festgestellt. Im Osten der Mojave-Wüste treten Niederschlagsmittelwerte auf, die diejenigen der einzelnen Wintermonate übertreffen.

Im September (Tafeln 38, 51, 64) werden die größten Niederschlagshöhen wieder für den Norden Kaliforniens angegeben. Die Wüste im Südosten ist erneut weitgehend von einer Beregnung ausgeschlossen.

Im Oktober (Tafeln 39, 52, 65) können bei zunehmenden Niederschlagshöhen acht Niederschlagstage im Nordwesten festgestellt werden. Die Niederschlagsarmut im Lee der Gebirge tritt deutlich hervor.

Im November (Tafeln 40, 53, 66) und Dezember (Tafeln 41, 54, 67) bleiben bei weiterhin zunehmender Niederschlagstätigkeit die Niederschlagshöhen in der Mojave- und Colorado-Wüste gering. Zwölf Niederschlagstage und mehr als 400 mm Niederschlags- höhe im nördlichen Küstengebirge stehen einem Niederschlagstag im San Joaquin Valley und der Wüste im Südosten gegenüber, wo- bei die Niederschlagshöhe weniger als 20 mm bzw. weniger als 10 mm beträgt.

Bei Betrachtungen über die Neuschneehöhen muß beachtet werden, daß es in maritimpolarer, in Bodennähe schwach positiv tempe- rierter Kaltluft oft schneit, ohne daß es zur Ausbildung einer Schneedecke kommt. Wie Tabelle 6 für die mittleren Summen der

Land- schafts- Station	Höhen- Station Höhe (m)	Monatliche Summen (cm)											
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Westküste	Eureka WB City	18	3	1	T	T	0	0	0	0	0	T	T
	San Francisco F.A.B.	16	T	T	T	0	0	0	0	0	0	T	T
	Los Angeles WB City	85	T	T	T	0	0	0	0	0	0	0	T
Küstengebirge	Happy Camp RS	332	34	9	13	T	T	0	T	0	0	1	14
	Big Bear RS	388	9	6	3	T	1	0	0	0	0	3	2
	Covelo	922	5	4	2	0	0	0	0	0	T	0	T
	Shaggy Springs L. Lomas	588	5	T	4	T	0	0	0	0	0	0	1
	Mt. Hamilton	1283	15	17	T	9	0	T	0	0	0	2	8
	Sandberg WB	1377	34	7	19	11	T	0	0	0	T	4	7
	Elono Shawnee H.A.	1164	16	4	7	1	T	0	0	0	0	T	2
	Big Bear Lake Dam	2077	103	53	80	37	6	0	T	0	0	6	30
	Palomar M. Obdy.	1699	28	19	27	13	2	0	T	0	0	T	2
	Cuyamaca	1419	26	15	27	8	2	0	0	0	0	T	5
Tal u. Hochgebirge	Shasta Dam	329	19	T	1	0	0	0	0	0	0	2	0
	Red Bluff WB RP	104	2	T	T	T	0	0	0	0	0	1	T
	Sacramento WB City	7	T	T	T	T	0	0	0	0	T	T	0
Sierra Nevada	Fresno WB RP	101	T	T	T	T	0	0	0	0	0	T	T
	Mt. Shasta WB City	1093	120	56	54	30	6	T	T	0	0	1	22
	Marionita Lake	1783	125	99	84	54	16	3	T	0	T	10	43
	De Saba La	827	25	21	25	2	T	0	0	0	0	T	9
	Boca	1686	87	59	57	21	4	T	0	0	T	4	16
	Twinn Lakes	2386	229	173	160	109	48	5	T	1	2	23	94
	Mono Lake	1987	51	37	33	11	T	0	0	0	0	3	14
	Grant Grove	2805	107	94	118	74	17	3	0	T	T	4	49
	Haiwee	1167	9	T	8	T	0	0	0	0	0	1	T
Hochgebirge	Glenville	457	6	4	15	2	0	0	0	0	0	1	3
	Tuolumne Lake	1231	16	10	14	6	1	T	0	0	0	3	16
	Return RS	1330	29	23	28	4	2	0	0	0	0	T	7

Tab.6 Mittlere monatliche Summen der Neuschneehöhen in cm an kalifornischen Beobachtungsstationen für den Zeitraum 1951-1960. (T bezeichnet geringe, zu vernachlässigende mittlere monatliche Summen der Neuschneehöhen.) Werte aus (58).

Neuschneehöhen an kalifornischen Beobachtungsstationen zeigt, ist der Schneefall an der Westseite der Sierra Nevada groß. Die höchste je in Kalifornien ermittelte Summe für Neuschneehöhen wird für das in dem schneereichsten Gebiet der Sierra Nevada südlich vom Lake Tahoe gelegene Tamarack, annähernd 2400 m über NN, mit 2245 cm im Jahr angegeben (57). Die Hochebene im Norden weist geringere Schneefälle auf als das zum Meer orientierte, durch Stau begünstigte angrenzende Küstengebirge. In diesem Gebirge ist auch der Süden durch größere Schneefälle gekennzeichnet. In dem schneereichen Jahr 1952 wurde östlich von Los Angeles innerhalb des San Bernardino-Gebirge am Big Bear Lake Dam, 2077 m über NN, im Januar eine Neuschneehöhensumme von 187 cm ermittelt. Abseits der Bergzüge ist die Neuschneedecke gering und zumeist unmeßbar, soweit Schneefall auftritt.

Im Januar, dem schneefallreichsten Monat, sind alle Gebirge bis an die Grenze nach Mexiko mit einer Schneedecke überzogen. Im San Joaquin-Tal und in der Talsohle des Sacramentos südlich von Red Bluff, an der Küste sowie in den südöstlichen Wüstenregionen kann nur ausnahmsweise Schneefall beobachtet werden (25, 60, 63). Der im Februar und März noch in weiten Gebieten auftretende Schneefall wird im April und Mai immer seltener und ist sogar im sonst schneereichen nordwestlichen Küstengebirge schwach oder bleibt aus. Im Juni beschränkt er sich nahezu ganz auf die Sierra Nevada und das White Mountain-Massiv. Auch im Juli, August und September wird er im Hochgebirge festgestellt. Der im Oktober in der Sierra Nevada wieder in einem größeren Gebiet zu beobachtende Schneefall dehnt sich jetzt nicht nur auf den Raum um die Warner-Kette im Nordosten, sondern auch auf das Küstengebirge im Süden Kaliforniens aus. Im November und Dezember treten sodann wieder in allen Gebirgen zunehmend Schneefälle auf.

5.5 DAS FEUCHTEFELD

5.5.1 Das Untersuchungsmaterial

In der Tabelle 7 liegen Mittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit und des Mischungsverhältnisses für den Zeitraum 1946 bis 1955

STATION	DRUCK [mmb]	MITTLERE RELATIVE FEUCHTIGKEIT [%]												MITTLERES MISCHUNGSVERHÄLTNISS [g/kg]											
		JANUAR	FEBRUAR	MÄRZ	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DEZEMBER	JANUAR	FEBRUAR	MÄRZ	APRIL	MAI	JUNI	JULI	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DEZEMBER
OAKLAND	400	41	39	40	39	35	29	23	23	24	32	33	30	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
	450	40	39	40	37	33	27	22	22	23	31	36	39	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
	500	39	39	39	35	33	27	22	21	24	30	35	38	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7
	550	37	39	37	33	31	24	21	21	24	30	34	38	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1
	600	36	38	39	35	31	23	23	24	23	30	34	38	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2
	650	36	38	39	35	31	26	23	24	23	29	34	39	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.3
	700	37	38	40	35	31	25	23	24	24	30	35	39	1.4	1.4	1.6	1.7	2.0	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3	2.1	1.8
	750	39	39	42	37	33	28	24	24	25	31	38	41	2.0	2.0	2.3	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8	2.6	2.2
	800	42	47	42	38	35	30	22	22	26	32	41	42	2.4	2.4	2.6	2.8	3.2	3.3	3.4	3.2	3.5	3.2	3.2	2.9
	850	46	46	51	44	39	34	22	24	28	36	45	47	2.8	3.0	3.2	3.6	4.0	4.0	4.2	3.5	4.0	4.3	4.0	3.7
	900	53	54	57	52	45	43	26	29	34	41	49	51	3.5	3.7	4.0	4.6	4.9	5.6	5.8	5.0	5.6	5.1	4.6	4.3
	950	69	69	65	62	61	62	52	55	53	55	56	66	4.3	4.5	5.0	5.6	6.2	7.2	7.7	6.3	7.3	6.2	5.6	5.0
	1000	69	70	69	70	71	72	75	78	73	69	69	72	5.0	5.7	5.8	6.3	6.9	7.3	7.3	6.5	7.7	7.1	6.3	5.7
	Boden	75	75	74	74	70	71	75	77	74	72	74	79	5.3	5.9	6.1	6.7	7.4	8.0	8.8	6.9	9.0	8.1	6.8	5.7
SANTA MARIA	400	34	36	34	33	29	24	24	23	23	29	30	35	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
	450	33	34	33	30	27	23	24	23	24	28	29	33	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5
	500	32	33	32	29	27	22	25	23	22	25	27	32	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7
	550	30	32	31	28	26	23	26	23	23	24	28	32	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.6	1.5	1.3	1.0	0.9	0.9
	600	29	31	30	29	27	23	27	24	25	25	28	32	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.3	1.5	1.8	1.8	1.6	1.4	1.3
	650	30	30	31	27	26	24	26	24	25	25	28	32	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.3	1.8	1.6	1.4
	700	30	31	32	28	25	24	25	26	24	28	29	33	1.5	1.5	1.6	1.7	2.0	2.3	2.9	2.9	2.8	2.0	1.9	1.8
	750	32	33	34	31	27	29	26	26	26	28	31	35	1.8	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	4.1	3.6	3.3	2.9	2.4	2.3
	800	32	33	34	32	30	27	29	28	31	31	33	38	2.3	2.4	2.5	2.7	3.1	3.6	4.9	4.3	4.1	3.4	2.9	2.8
	850	43	42	52	46	44	35	26	26	29	35	37	43	3.0	3.0	3.6	4.1	4.5	4.9	5.1	5.0	4.9	4.3	3.6	3.2
	900	48	48	55	52	44	42	30	33	36	42	49	57	3.2	3.4	4.3	5.0	5.5	5.8	6.6	5.7	6.0	5.1	4.5	4.4
	950	56	55	62	62	62	62	63	66	58	54	50	57	4.5	4.8	5.2	6.2	6.7	7.4	8.8	8.0	8.5	6.9	5.5	5.1
	1000	73	70	73	70	72	70	71	85	78	69	67	74	5.3	5.9	6.1	6.7	7.1	8.4	8.7	8.0	7.9	6.7	6.7	6.1
	Boden	80	77	77	79	77	77	84	84	84	84	86	90	5.6	6.2	6.4	7.1	7.0	8.1	8.9	9.0	7.9	6.7	5.9	5.7
LAS VEGAS	400	35	33	35	34	33	28	33	29	34	29	31	38	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3
	450	34	36	35	33	32	26	33	19	23	29	34	36	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9	0.6	0.6	0.5	0.5
	500	33	35	35	33	33	26	33	33	25	25	29	32	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.0	0.8	0.7	0.7
	550	32	34	35	34	35	28	41	28	28	26	32	33	0.7	0.8	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	2.2	1.5	1.1	1.0	0.8
	600	32	36	36	34	36	34	43	42	33	23	33	33	0.9	1.0	1.0	1.4	1.6	2.0	3.4	3.2	2.3	1.6	1.4	1.1
	650	32	35	37	37	39	34	40	44	33	32	33	33	1.2	1.3	1.4	1.8	2.2	2.7	4.0	4.0	2.9	2.2	1.7	1.4
	700	35	35	38	36	32	29	36	36	30	33	34	35	1.5	1.5	1.7	2.3	2.6	3.0	5.0	4.8	3.5	2.7	1.7	1.4
	750	37	38	36	32	29	33	30	34	26	31	34	37	1.9	1.9	2.1	2.6	2.9	3.3	5.6	5.4	4.0	3.2	2.4	2.1
	800	39	39	32	29	25	29	26	32	29	33	38	40	2.2	2.4	2.5	2.9	3.2	3.6	6.0	5.8	4.4	3.5	2.8	2.5
	850	38	30	28	23	19	22	23	28	24	34	39	42	2.5	2.3	2.6	3.7	3.3	3.4	6.6	6.5	4.9	3.9	3.1	2.9
	900	36	27	25	20	17	20	21	29	29	36	42	45	2.2	2.5	2.8	3.3	3.7	4.5	7.4	7.3	5.2	4.1	3.3	2.0
	Boden	49	33	32	29	18	19	20	28	28	45	46	48	2.8	2.6	2.9	3.5	3.6	4.8	7.3	7.0	5.0	4.0	3.3	3.0

Tab.7 Mittlere relative Luftfeuchtigkeit in Prozent und mittleres Mischungsverhältnis in g/kg an den Radiosondenstationen Oakland, Santa Maria und Las Vegas für den Zeitraum 1946-1955. Werte aus (61).

vor, die von den Radiosondenstationen in Oakland, Santa Maria

und Las Vegas berechnet wurden. Den Aufzeichnungen an sieben weiteren Bodenstationen in Tabelle 8 ist die mittlere relative Luftfeuchtigkeit einschließlich des Jahres 1959 für vier Beobachtungstermine in den Monaten Januar, April, Juli und Oktober, die für die vier Jahreszeiten repräsentativ sind, entnommen.

5.5.2 Die Feuchtigkeitsverhältnisse am Erdboden und in der freien Atmosphäre

An der Küste nördlich vom Kap Conception steigt in Bodennähe nach Tabelle 7 das Mischungsverhältnis im Einklang mit dem Temperaturverlauf vom Januar bis zum September an. Die am Boden stets hohe relative Luftfeuchtigkeit erreicht im Sommer Werte um 80%. Oberhalb der Inversion der Grundschicht weist das Mischungsverhältnis, ebenso wie die Temperatur, die Höchstwerte im Juli auf. Die relative Luftfeuchtigkeit ist hier im Sommer mit Werten um 20% besonders niedrig. Wie man sieht, werden der auf die kalifornische Küste übergreifende nebelreiche maritime Feuchtluftkörper unterhalb der Passatinversion und die westlich der Sierra Nevada nahezu jeden Niederschlag verhindernde trockene Luftmasse in der Höhe deutlich. Im Tal von Kalifornien gleicht nach Tabelle 8 die relative

STATION	BODENWEITE (METER)	JANUAR				APRIL				JULI				OKTOBER							
		4 ^h PST	10 ^h PST	16 ^h PST	22 ^h PST	4 ^h PST	10 ^h PST	16 ^h PST	22 ^h PST	4 ^h PST	10 ^h PST	16 ^h PST	22 ^h PST	4 ^h PST	10 ^h PST	16 ^h PST	22 ^h PST				
		Schwankungsbreite				Schwankungsbreite				Schwankungsbreite				Schwankungsbreite							
		Schwankungsbreite				Schwankungsbreite				Schwankungsbreite				Schwankungsbreite							
SAN FRANCISCO/KALIFORNIEN	20	87	77	68	83	78	88	68	88	79	70	67	87	73	77	69	85	81	82		
LOS ANGELES/KALIFORNIEN	20	65	66	52	74	25	38	50	55	34	28	44	53	77	35	46	47	57	24	29	
SAN DIEGO/KALIFORNIEN	19	76	58	60	72	19	21	62	67	28	20	66	64	77	22	82	62	65	80	20	
RED BLUFF/KALIFORNIEN	15	87	71	59	77	22	68	44	34	57	34	49	29	16	34	33	62	72	37	52	17
SACRAMENTO/KALIFORNIEN	20	90	82	70	87	20	85	54	45	75	70	77	43	29	60	44	38	54	39	67	39
FRESNO/KALIFORNIEN	65	90	72	67	88	22	80	44	35	67	45	52	28	16	44	36	24	42	35	65	39
YUMA/ARIZONA	68	59	32	32	54	25	55	21	19	38	26	60	28	25	41	35	58	23	28	45	29

Tab.8 Bodenwerte der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit in Prozent einschließlich des Jahres 1959 für vier Beobachtungstermine (Pacific Standard Time) und ihre Schwankungsbreite in den Monaten Januar, April, Juli und Oktober. Werte aus (60).

Luftfeuchtigkeit im Winter mit Januarwerten von mehr als 70%

derjenigen an der Küste. Zum Sommer hin geht die relative Luftfeuchtigkeit mit der Erwärmung zurück und sinkt im Juli auf 40% ab. Das an der Südostgrenze der Colorado-Wüste in Arizona gelegene Yuma zeigt dagegen vom Frühjahr zum Sommer hin einen geringen Anstieg, indem der Wert von annähernd 30% im April sich im Juli auf den für das Tal von Kalifornien charakteristischen Wert von 40% erhöht. Nach BAILEY (2) ist diese Feuchtezunahme in der aus dem Golf von Kalifornien stammenden Luftmasse charakteristisch für die südlichsten Gebiete des Imperial-Tales östlich des Küstengebirges an der mexikanischen Grenze. In Richtung des nördlichen Hitzezentrums trocknet die Luft über der Wüste so aus, daß nach Tabelle 7 in Las Vegas im Juni die mittlere relative Luftfeuchtigkeit auf 12% absinkt.

In dem für die südöstlichen Wüstengebiete Kaliforniens charakteristischen Las Vegas steigt infolge der Feuchtlufteinschübe aus dem Golf von Mexiko im Juli und August das Mischungsverhältnis deutlich an. Den unterschiedlichen Charakter der Luftmassen östlich und westlich der als Feuchtluftfalle wirkenden Sierra Nevada verdeutlichen auch die Werte für die relative Luftfeuchtigkeit, die erkennen lassen, daß im Juli und August östlich der Hochgebirgskette bereits die 800 mb-Fläche feuchter als an der Küste ist. Im Juli erreicht in Las Vegas die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 650 mb und 500 mb mit annähernd 40% den höchsten Wert aller Monate und ist damit um 20% höher als an der kalifornischen Küste.

5.6 DAS DRUCK- UND WINDFELD

Im Verlauf der bisherigen Betrachtungen ist häufig auf den in der warmen Jahreshälfte auftretenden klimatischen Gegensatz zwischen Küste und Binnenland hingewiesen worden, der durch die niedrigen Wassertemperaturen des Ostpazifiks hervorgerufen wird. Die Wassertemperaturen stehen nach dem eingangs gegebenen Überblick über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre im Gebiet von Kalifornien im Zusammenhang mit der Advektion kühler Wassermassen aus dem Norden und dem Aufquellen kalten

Tiefenwassers im Bereich des Kalifornienstromes. Der Kalifornienstrom befindet sich somit in Wechselwirkung mit dem vom Druckfeld erzeugten Windfeld.

5.6.1 Das Untersuchungsmaterial

Grundlage der Untersuchung sind neu konstruierte Monatsmittellkarten der absoluten Topographien der 1000 mb-Fläche einschließlich ihrer Änderung vom Januar zum Juli und die dargestellte Jahresschwankung von Hauptmillibarflächen über kontinentalen Stationen für den Zeitraum 1946 bis 1955. Die Monatsmittellkarten sind auf den Seiten 95 bis 106 in den Tafeln 1 bis 12 wiedergegeben, ihre Änderung vom Januar zum Juli auf der Seite 107 in der Tafel 13. Die Jahresschwankung von Hauptmillibarflächen ist in der Abbildung 13 dargestellt. Für den Bodewind an kalifornischen Beobachtungsstationen liegen in der Abbildung 11 Monatsmittelwerte der Periode 1931 bis 1960 vor. Abbildung 12 zeigt die Windvektoren der freien Atmosphäre über Oakland in der Periode 1946 bis 1955 im Mittel der vier Jahreszeiten.

In den mittleren Druckkarten der 1000 mb-Fläche konnten für die Meeresgebiete Kaliforniens von HAUPT - JACOBS (33) berechnete Schnittpunktwerte der Periode 1900 bis 1939 berücksichtigt werden. Für den Kontinent wurden in Anlehnung an die von SCHERHAG (49) konstruierte Juli-Luftdruckverteilung die in der Upper Air Climatology of the United States (61) veröffentlichten aerologischen Aufstiege von 1946 bis 1955 herangezogen. Für die einzelnen Aufstiege wurden an allen Hochstationen die Höhen der 1000 mb-Fläche unter Zugrundelegung der aktuellen Temperaturverteilung berechnet. Infolge der kalifornischen Gebirge verlaufen die neu konstruierten 1000 mb-Flächen allein am Meer, im Tal von Kalifornien und in den Senken der Hochflächen im Südosten oberhalb des Erdbodens. Die hier gebotene weitgehende Generalisierung der Darstellung ist dadurch bedingt, daß für das betrachtete Gebiet von annähernd vier Millionen km², das dem sechsten Teil Nordamerikas entspricht, nur elf Meßpunkte - vier Schnittpunktwerte und von Nord nach Süd die Stationen Boise, Medford, Grand Junction, Oakland,



Abb. 11 Bodenwind an kalifornischen Stationen im Monatsmittel für die Periode 1931-1960. (Windgeschwindigkeit in Meilen/Stunde.) Aus (60).

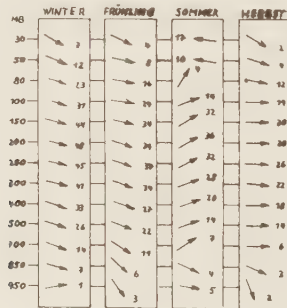


Abb. 12 Windprofile vom 950 bis 30 mb-Niveau im Winter, Frühling, Sommer und Herbst in Oakland für die Periode 1946-1955. (Windgeschwindigkeit in Knoten.) Aus (61).

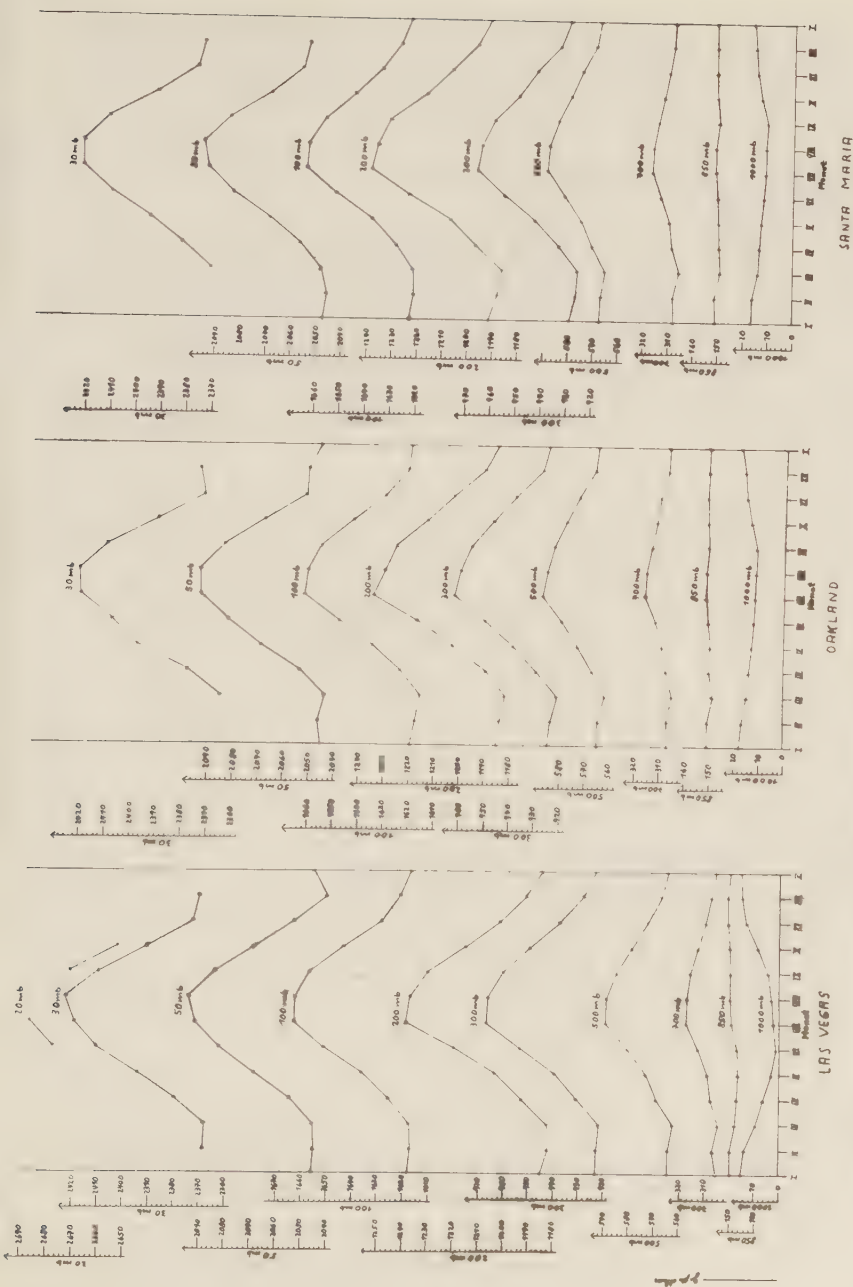


Abb. 1. Jahreschwankung von Paupemilliberrichen über Las Vegas, Oakland und Santa Maria für die Periode 1946-1955. Werte aus (61).

Las Vegas, Santa Maria, Phoenix - zur Verfügung standen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß Monatsmittelskarten im allgemeinen nur markante Einflüsse von längerer Dauer wiedergeben.

5.6.2 Die Zustandsverhältnisse der Atmosphäre im Spiegel von Mittelwerten

Im Winter (Tafeln 12, 1-2) wird der Norden Kaliforniens durch eine zonal orientierte Hochdruckbrücke gekennzeichnet, die im Januar besonders ausgeprägt ist. Südlich von San Franzisko ist eine polwärts reichende Ausbuchtung der äquatorialen Tiefdruckrinne klimabestimmend, die sich nach den hier wiedergegebenen Druckkarten von Niederkalifornien aus über den Westen der USA weiter nach Norden erstreckt, als bisher angenommen wurde.

Der Bodenwind ist in San Franzisko und Santa Maria in Übereinstimmung mit dieser Druckverteilung landeinwärts gerichtet. An der Nordwestküste weht er aus Südost vom kühlen Land auf das höher temperierte Meer in das Gebiet der subpolaren Tiefdruckrinne. Gleichfalls herrscht an der Südwestküste Kaliforniens überwiegend ein vom Land zum Meer gerichteter Wind vor, hier jedoch verursacht durch die äquatoriale Tiefdruckrinne. Die mittlere Windgeschwindigkeit, die im Januar an der Küste von Eureka im Norden bis Los Angeles im Süden gleich hoch ist, weist in dem letzten Wintermonat wie auch im nachfolgenden Frühling und Sommer in San Franzisko den höchsten Wert aller Küstenstationen auf. Der im Winter seine größte Stärke erreichende Höhenwind weht über Oakland vom 850 mb-Niveau ab aus Westnordwest. In Bodennähe ist er an der 950 mb-Fläche mit 1 Kn geringer als in allen übrigen Jahreszeiten.

Westwinddrift, milde Lufttemperaturen in den Niederungen und Niederschläge in Gesamtkalifornien rufen ein diese Jahreszeit kennzeichnendes Mittelmeerklima hervor.

Im Frühjahr (Tafeln 3-5) weist bereits der März ein sich nordwärts ausweitendes ostpazifisches Hoch sowie ein sich östlich von Kalifornien über dem Felsengebirge ausbildendes Tief auf. Es besteht also ein landeinwärts gerichtetes Druckgefälle, das sich in den Folgemonaten verstärkt. Vom 700 mb-Niveau an aufwärts ist noch das zirkumpolare Höhentief bestimmend (50).

Mit der Umgestaltung des bodennahen Druckfeldes stellt sich im Nordwesten Kaliforniens küstenparalleler Nordwind ein. Der weiter im Süden am Meer landeinwärts wehende Wind findet an der Bucht von San Franzisko ungehinderten Zugang zum Tal von Kalifornien und spaltet sich hier in nordwärts und südwärts gerichtete Zweige. Der auf die Wärmezentren im Norden und Süden des kalifornischen Tales ansprechende Bodenwind steht für die nordwärts gerichtete Windströmung im Widerspruch zu den hier konstruierten mittleren bodennahen Druckfeldern. Es wird deutlich, daß diese Druckkarten weitgehend generalisiert sind. Während über Oakland in der freien Atmosphäre die Windgeschwindigkeit zum Sommer hin schwächer wird, nimmt sie in den bodennahen Schichten zu. Ursache ist das sich verstärkende bodennahe Druckgefälle.

Im Sommer (Tafeln 6-8) gehört Kalifornien der Übergangszone zwischen dem nach Alaska ausgedehnten Subtropenhoch und, wie die Jahresschwankung von Hauptmillibarflächen in Abbildung 13 verdeutlicht, einem Hitzetief über den Rocky Mountains an. Entsprechend den Ausführungen in den voranstehenden Kapiteln führt die für die Monate März bis Oktober charakteristische Bodendruckverteilung zu der den Kalifornienstrom antreibenden Passatströmung. Passatströmung und Passatinversion bedingen gemeinsam den Meernebel und die niedrigen stratiformen Wolken-schichten. Die durch die Druckunterschiede angefachten Seewinde verursachen das Übergreifen des nebelerfüllten maritimen Feuchtluftkörpers auf die kalifornischen Küstengebiete und die ausgeprägten horizontalen Temperaturgradienten. Da im Tal von Kalifornien nicht nur die Tagestemperaturen, sondern auch die Nachttemperaturen höher als an der Küsten sind, weht an der Einbruchszone des Küstengebirges in San Franzisko im Juli der Wind nach den stündlichen Messwerten im Zeitraum 1951-1960 in über 85% aller Fälle landeinwärts (60) und übertrifft in seiner Stärke mit 12 Kn im Mittel der Jahre 1931 bis 1960 alle Tief-landstationen. Auch an der jenseits der Bucht von San Franzisko gelegenen Radiosondenstation in Oakland ist im Sommermittel die Geschwindigkeit des Seewindes an der 950 mb-Fläche in annähernd

550 m Höhe mit 5 Kn höher als in allen anderen Jahreszeiten. In dem an der Südostgrenze Kaliforniens in Arizona gelegenen Yuma stellen sich vom Juni bis zum September Südwinde ein, die auf das Hitzetief ansprechen. Die Folge ist ein Feuchtlufteschub aus dem Golf von Kalifornien, der die verhältnismäßig hohe relative Luftfeuchtigkeit im südlichen Kalifornien verursacht.

Entsprechend dem gewonnenen Klimabild erfolgt in dem Hitzetief die Energieumwandlung für den Antrieb der Zirkulation vornehmlich durch die sich stark erwärmende Erdoberfläche, da die Energiezufuhr durch Kondensationswärme gering ist. Der Feuchtlufteschub aus dem Golf von Mexiko ist nämlich infolge der hoch gelegenen Verebnungen der Ostabdachung der Rocky Mountains begrenzt und nur in die Gebiete östlich und südlich der als Feuchtluftfalle noch wirksameren Sierra Nevada möglich. Deshalb ist nach den mittleren Höhenwetterkarten von SCHERHAG (50) und der Jahresschwankung von Hauptmillibarflächen in Abbildung 13 unter Mitwirkung der Bodenreibung die zyklonale Vertikalbewegung im inneren Bereich des Tiefs bereits in der geringen Höhe von 700 mb durch den antizyklonalen Wirbel abgelöst. Damit gelangt Kalifornien, wie SCHERHAG (49) hervorhebt, in den Bereich der beschriebenen trockenen Höhenluft, die westlich der Sierra Nevada die dargelegte große Niederschlagsarmut und den im Juli und August größeren Sonnenscheinreichtum als in den durch Wolkenbildung gekennzeichneten Wüsten des Südostens hervorruft.

Im Herbst (Tafeln 9-11) findet eine allmähliche Umgestaltung des bodennahen Druckfeldes statt. Sie führt ab November zu der für den Winter charakteristischen, in höhere Breiten ausweiteten äquatorialen Tiefdruckrinne über Kalifornien. In diesem Monat reicht sie über San Franzisko hinaus besonders weit nach Nordwesten.

Während von San Franzisko bis Los Angeles im gesamten Herbst Seewinde vorherrschen, weht der Wind an der Nordwestküste im September und Oktober erneut küstenparallel aus Nord. Im November dreht der hier auf den tiefen Druck über dem Ozean ansprechende Wind auf Südost, an der Küste nahe der mexikanischen Grenze auf Nordost. Infolge verminderter Druckgegensätze nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit ab.

6. DIE GROSSWETTERLAGEN UND DIE WITTERUNG IN KALIFORNIEN IM ZEITRAUM 1965 - 1968

Im Verlauf der bisherigen analytisch-klimatologischen Untersuchung konnten wichtige Klimaelemente und Klimafaktoren sowie ihr Zusammenspiel besprochen werden, jedoch nur in großen Zügen. Fragen nach den Wetterlagen, die zu den Winterniederschlägen führen, den Ursachen der unvermittelt erfolgenden Umgestaltung des Bodendruckfeldes vom Februar zum März oder dem Zeitpunkt, ab dem im Sommerhalbjahr die kontinentale Drucker-niedrigung mit dem Hitzetief in Verbindung gebracht werden kann, blieben unbeantwortet. Es ist daher angezeigt, sich den einzelnen Wetterlagen zuzuwenden. Diese können analog zu dem Kalender der Großwetterlagen Europas von BAUR (3) in charakteristische, in einer größeren Region während mehrerer Tage gleichbleibende Grundtypen, die Großwetterlagen, zusammengefaßt werden. Eine Erfassung der Gruppierungen derselben ergänzt das gewonnene Klimabild.

6.1 DIE KLASSIERUNG

Die hier durchgeführte Klassierung entspricht dem Kalender von HESS und BREZOWSKY (30). Die Großwetterlagen werden bestimmt durch die geographische Lage der steuernden Zentren (Höhenhoch- und Höhentiefdruckgebiete, Höhenträge), durch die Erstreckung der Frontalzonen sowie durch die Luftdruckverteilung im Meeresniveau. Bezeichnet werden die Großwetterlagen nach der in der oberen Troposphäre vorherrschenden Strömungsrichtung oder nach den Aktionszentren. Entsprechend der Definition von BAUR (4), aus der der Katalog von HESS und BREZOWSKY erwuchs, wird für eine Großwetterlage gefordert, daß die Strömungsanordnung im allgemeinen mindestens drei Tage anhält. Bei der Zuordnung der einzelnen Tage zu einer der Großwetterlagen wurden bei einem nicht raschen und eindeutigen Wechsel derselben die ein bis zwei Übergangstage der eine längere Zeit andauernden vorausgegangenen oder nachfolgenden zugeordnet, soweit sie nicht einer der definierten Lagen entsprachen. Für die Bestimmung der Großwetterlagen wurden die "Daily Weather Maps" (59), die Bodenanalysen

und 500 mb-Karten für den ostpazifischen Raum und Nordamerika enthalten, und die Zirkumpolarkarten des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin (32) herangezogen.

6.2 DIE ZIRKULATIONSFORMEN, GROSSWETTERLAGEN UND GROSSWETTERTYPEN

Die der zonalen, gemischten oder meridionalen Zirkulation zugehörigen dreiundzwanzig Großwetterlagen, die hier festgelegt wurden, und ihre Zusammenfassung in elf Großwettertypen zeigt Tabelle 9.

ZIRKULATIONSFORM / GROSSWETTERLAGE	GROSSWETTERTYP
I. Großwetterlagen der zonalen Zirkulation	
1. Westlage antizyklonal (WA)	West
2. Westlage zyklonal (WZ)	
II. Großwetterlagen der gemischten Zirkulationsform	
1. Südwestlage antizyklonal (SWA)	Südwest
2. Südwestlage zyklonal (SWZ)	
3. Nordwestlage antizyklonal (NWA)	Nordwest
4. Nordwestlage zyklonal (NWZ)	
5. Trog Aleuten-Kalifornien (TRAK)	
6. Trog Kanada-Kalifornien (TRKK)	Nordost
7. Nordostlage antizyklonal (NE)	
8. Ostlage antizyklonal (EA)	Ost
9. Ostlage zyklonal (EZ)	
10. Südostlage antizyklonal (SE)	Südost
11. Hoch Kalifornien (HK)	Hoch Kalifornien
12. Tief Kalifornien (TK)	Tief Kalifornien
13. Hitzetief Kalifornien (HT)	Hitzetief Kalifornien
III. Großwetterlagen der meridionalen Zirkulationsform	
1. Nordlage antizyklonal (NA)	Nord
2. Nordlage zyklonal (NZ)	
3. Hoch Nordostpazifik antizyklonal (HNA)	
4. Hoch Nordostpazifik zyklonal (HNZ)	
5. Hoch Ostpazifik (HO)	
6. Trog Ostpazifik (TRO)	
7. Trog Rocky-Mountains (TRR)	
8. Südlage zyklonal (S)	Süd

Tab.9 Zirkulationsformen, Großwetterlagen und Großwettertypen in Kalifornien.

Soweit bei den Großwetterlagen zwischen antizyklonalem und zyklonalem Witterungscharakter unterschieden wird, sind den entsprechenden Abkürzungen die Buchstaben "A" oder "Z" angehängt. Die Zusammenfassung verwandter Großwetterlagen zu Großwettertypen erfolgte, weil die Häufigkeitsangaben mancher Großwetterlagen bei Zugrundelegung weniger Beobachtungsjahre nicht repräsentativ sind (23). Beispiele der Großwetterlagen befinden sich in den Abbildungen 14 und 15.

6.3. DIE BESCHREIBUNG DER GROSSWETTERLAGEN

WESTLAGE, Kalifornien überwiegend ANTIZYKLONAL

Während über dem Nordpazifik Zyklonen in der pazifischen Frontalzone nach Osten wandern, verbleibt Kalifornien überwiegend unter Hochdruckeinfluß. Die nach Süden ausgreifenden Frontalausläufer sind nur für den Nordwesten bedeutsam.

Witterung: Im Winter wird das nördliche Kalifornien nicht nur durch höhere Wolkenfelder der nordpazifischen Zyklonen beeinflusst, sondern es kommt vor allem im Nordwesten zu Niederschlägen. Nebelneigung besteht an den Küsten und im Tal von Kalifornien. In der wärmeren Jahreszeit ist es wechselnd wolkgig und an der Küste oftmals bedeckt. Es treten lediglich schwache Niederschläge auf.

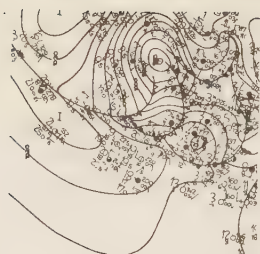
WESTLAGE, Kalifornien überwiegend ZYKLONAL

Die nach Süden ausgreifenden Frontalausläufer der nordpazifischen Zyklonen und die Kalifornien überquerenden Randtiefs sind wetterbestimmend.

Witterung: Die Niederschläge sind anhaltend oder schauerartig und erfassen in der kühlen Jahreszeit ganz Kalifornien. Überquert das Zentrum eines Tiefs Kalifornien, können hohe Windgeschwindigkeiten auftreten.

SÜDWESTLAGE, Kalifornien überwiegend ANTIZYKLONAL

Es erstreckt sich bei hohem Luftdruck über den zentralen Gebieten des amerikanischen Kontinents und dem Südwesten von Kalifornien sowie bei tiefem Barometerstand auf dem Nordostpazifik eine Frontalzone über die Südwestküste der USA hinaus.



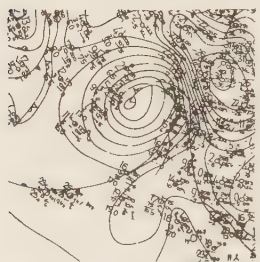
WA 10.11.67



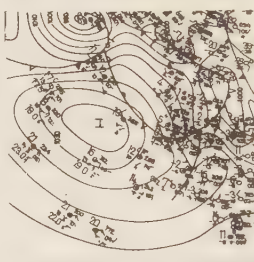
NZ 21.1.67



SWA 12.11.67



SWZ 16.2.67



NWA 1.1.67



NWZ 2.3.66



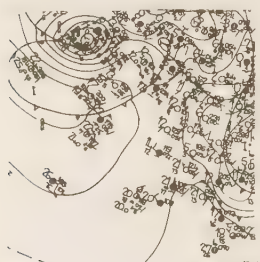
TRAK 9.2.68



TRKK 3.3.67



NE 19.3.68



EA 27.9.67



EZ 28.9.66



SE 21.9.66

Abb.14 Musterbeispiele kalifornischer Großwetterlagen, 12 GMT.

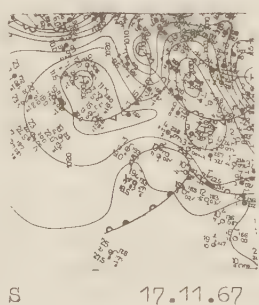
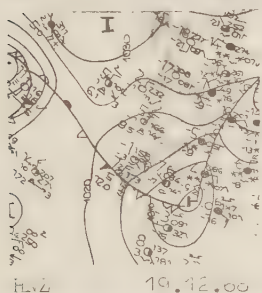
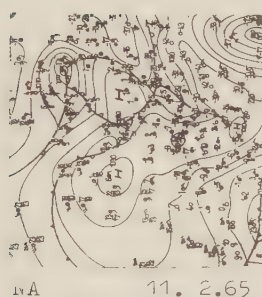
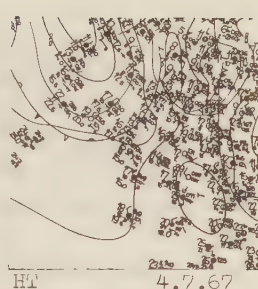


Abb. 15 Musterbeispiele kalifornischer Großwetterlagen, 12 GMT.

Die Fronten der Zyklonen oder deren Randtiefs gewinnen nur im Nordwesten Kaliforniens auf die Wettergestaltung Einfluß.

Witterung: Die Wolkenfelder der nach Nordosten ziehenden Störungen greifen auf Kalifornien über und bedingen im Norden Niederschläge. In den übrigen Landesteilen ist es bei höherer Bewölkung freundlich, soweit nicht wolkenloses Wetter vorherrscht.

SÜDWESTLAGE, Kalifornien überwiegend ZYKLONAL

Bei einer aus dem subtropischen pazifischen Raum nach Nordosten über die Südwestküste der USA hinweg gerichteten Frontalzone können die Fronten der durch sie gesteuerten Zyklonen oder deren Randtiefs auf die Wettergestaltung in Kalifornien Einfluß nehmen.

Witterung: Im Winter herrscht trübes Wetter mit Niederschlägen, die ganz Kalifornien erfassen können. In den wärmeren Jahreszeiten treten unbedeutende Niederschläge lediglich in den Küstenregionen auf, während im Landesinnern freundliches Wetter bestimmend bleibt.

NORDWESTLAGE, Kalifornien überwiegend ANTIZYKLONAL

Bei einem ostpazifischen Hoch und tiefem Luftdruck über dem Nordostpazifik und Alaska sowie über dem zentralen Nordamerika erstreckt sich eine Frontalzone nach Südosten, die über der Ostabdachung des Felsengebirges oder im Mittleren Westen der USA nach Nordosten umbiegt. Die Fronten der mit der Höhenströmung ziehenden Zyklonen streifen nur vereinzelt Kalifornien.

Witterung: Es ist überwiegend wolkenlos, soweit nicht, wie es in der kühlen Jahreszeit der Fall ist, Fronten Kalifornien überqueren, die zu Niederschlägen führen. Im Winter besteht Nebelneigung.

NORDWESTLAGE, Kalifornien überwiegend ZYKLONAL

In Verbindung mit einem ostpazifischen Hochdruckgebiet werden mit der nach Südosten gerichteten Frontalzone Zyklonen vom Nordostpazifik aus über die Rocky Mountains in niedere Breiten

gesteuert. Ihre Fronten überqueren Kalifornien.

Witterung: Im Winter ist es durch den Einbruch maritimer Polarluft wolzig, und es treten Niederschläge auf. In den wärmeren Jahreszeiten ist es vielfach wolkenlos, vor allem im Landesinnern.

TROG ALEUTEN - KALIFORNIEN

Aus dem Bereich der Aleuten erstreckt sich ein Höhentrog in südöstlicher Richtung bis zum Südwesten der USA. Zugleich weitet sich von Mexiko eine Zunge tiefen Bodenluftdrucks nach Kalifornien aus.

Witterung: In der kühlen Jahreszeit ist es weitgehend bedeckt, wobei Niederschlag möglich ist. In der warmen Jahreszeit ist es oftmals im Landesinnern wolkenlos. Geringe Niederschläge gehen allein im Nordwesten Kaliforniens nieder.

TROG KANADA - KALIFORNIEN

Aus den polaren Breiten Nordkanadas erstreckt sich ein Höhentrog in südwestlicher Richtung bis nach Kalifornien oder darüber hinaus. Über die Ostabdachung der Rocky Mountains ziehen Störungen in niedere Breiten, um sodann weiter im Osten mit der Höhenströmung eine annähernd nordostwärts gerichtete Bahn zu verfolgen.

Witterung: Vor allem in der kühlen Jahreszeit ist es wolzig, verbunden mit Niederschlägen. Infolge der labilen Schichtung der Atmosphäre können im Frühjahr an der Küste, im Sommer auch im Tal von Kalifornien Wolkentürme so aufquellen, daß es zu Blitzenentladungen kommt.

NORDOSTLAGE

Ein mit seinem Zentrum über Nordkanada liegendes Hochdruckgebiet weitet sich über den Westen der USA auf den Ostpazifik aus oder ist durch eine Brücke hohen Luftdrucks mit einem pazifischen Maximum verbunden. Bei dem ausgeprägten Höhenhochdruckkeil ziehen die pazifischen Zyklonen an seiner Westflanke nach Norden, wobei Kalifornien im Bereich der Südostflanke liegt.

Witterung: Das Landesinnere ist wolkenlos, an der Küste wird Bewölkung beobachtet.

OSTLAGE, Kalifornien überwiegend ANTIZYKLONAL

Während im Nordwesten der USA ein abgeschlossenes Höhenhoch durch einen Warmluftvorstoß aus dem Südwesten entsteht, bildet sich im Bereich von Niederkalifornien durch die Abschnürung eines von Nordosten nach Südwesten gerichteten Höhentrogas ein Höhentief. Damit gelangt Kalifornien in eine östliche Höhenströmung.

Witterung: Der Norden des Landesinnern ist unter Hochdruckeinfluß wolkenlos oder heiter. An der Küste und im Süden ist es stärker bewölkt bzw. bedeckt.

OSTLAGE, Kalifornien überwiegend ZYKLONAL

Während im Nordwesten der USA über dem Felsengebirge infolge eines Warmluftvorstoßes von Südwesten ein abgeschlossenes Höhenhoch entsteht, bildet sich durch die Abschnürung eines von Nordosten nach Südwesten gerichteten Höhentrogas im Bereich von Niederkalifornien ein Tief. Kalifornien liegt damit in einer östlichen Höhenströmung.

Witterung: Im Norden ist es nahezu wolkenlos, im Süden wolkgig oder bedeckt, wobei schwache Niederschläge möglich sind.

SÜDOSTLAGE

Von Mexiko aus erstreckt sich über die USA ein Höhenhochkeil nach Nordwesten, während vor der Westküste Kaliforniens ein von Nordwest nach Südost gerichteter Höhentrog liegt. Bei der südöstlichen Höhenströmung steht Kalifornien unter Hochdruckeinfluß.

Witterung: Kalifornien bleibt überwiegend wolkenlos. Im Winter besteht Nebelneigung.

HOCH KALIFORNIEN

Über den USA liegt ein Hoch, das sich zuweilen auf den Ostpazifik ausweitet und auch mit einem zweiten Maximum verbunden

sein kann. In der Höhe liegt über Kalifornien ein Hochkeil, soweit nicht der Südwesten Nordamerikas in den Bereich eines Höhenhochdruckzentrums gelangt.

Witterung: Es ist in Kalifornien überwiegend wolkenlos. Im Winter besteht Neigung zur Nebelbildung, die an der Küste im Nordwesten Kaliforniens auch in den Übergangsjahreszeiten nicht ausbleibt.

TIEF KALIFORNIEN

Ein umfangreiches Tiefdruckgebiet ist im Westen, Norden und Osten von hohem Luftdruck umgeben. Bei dieser durch die Abschnürung eines Höhentrogos entstehenden Wetterlage spaltet sich die pazifische Frontalzone in einen nach Nordosten und einen schwächeren, nach Niederkalifornien oder den Süden der USA gerichteten Zweig auf, falls die Frontalzone nicht allein im Norden verläuft.

Witterung: Im Frühjahr treten sehr ergiebige Niederschläge und Gewitter auf. In den übrigen Jahreszeiten besteht geringe Wetterwirksamkeit.

HITZETIEF KALIFORNIEN

Am Ostrand eines pazifischen Hochdruckgebietes liegt Kalifornien im Bereich eines Hitzetiefs über den Rocky Mountains.

Witterung: An der Küste ist es neben meist landeinwärts gerichtetem Bodenwind vielfach stark bewölkt und neblig. Die an der Küste noch niedrigen Temperaturen steigen zum Landesinnern bei rascher Aufheiterung sehr an. In den Wüsten des Südostens besteht bei dem Einschub feuchter Luft aus dem Südosten Gewitterneigung.

NÖRDLAGE, Kalifornien ANTIZYKLONAL

Über dem Ostpazifik befindet sich ein auf Kalifornien übergreifendes Hochdruckgebiet, dessen Bodenzentrum südlich von 40° N liegt und das im Osten mit einem Kältehoch über den USA verbunden sein kann. In der Höhe befindet sich über dem Ozean ein ausgeprägter Hochkeil, über dem nordamerikanischen Kontinent

ein umfangreicher Tiefdrucktrog, der gelegentlich von Nordosten nach Südwesten auf Kalifornien oder Niederkalifornien ausgreift. Dadurch werden Luftmassen über den Nordpazifik oder Alaska längs der Streichrichtung der Rocky Mountains nach Kalifornien geführt.

Witterung: Kalifornien ist überwiegend wolkenlos.

NORDLAGE, Kalifornien ZYKLONAL

Über dem Ostpazifik liegt ein Hochdruckgebiet, das mit einem Kältehoch über dem Nordwesten Kanadas verbunden sein kann. In der Höhe befindet sich über dem Ozean ein ausgeprägter meridional gerichteter Hochkeil oder ein abgeschlossenes Hoch. Über dem Westen von Nordamerika liegt ein südwärts gerichteter Höhentrog, der mit einem Bodentief in Verbindung steht. Diese Drucksituation bedingt, daß Luftmassen aus dem Nordpazifischen Raum oder aus dem Nordwesten Nordamerikas längs der Streichrichtung der Rocky Mountains nach Kalifornien geführt werden.

Witterung: Es ist im allgemeinen wolkig, wobei Niederschläge in ganz Kalifornien auftreten können.

HOCH NORDOSTPAZIFIK, Kalifornien überwiegend ANTIZYKLONAL

Über dem Nordostpazifik besteht ein blockierendes Hoch, dessen Bodenzentrum nördlich von 40° Breite liegt und sich auf den Westen des amerikanischen Kontinents ausdehnt. Während in der Höhe nördlich von Kalifornien eine Nordströmung herrscht, greift der südliche Zweig der aufgespaltenen Frontalzone auf die Südwestküste der USA über. Es ist auch möglich, daß das Höhenhoch von Westen her auf den Kontinent übergreift oder daß ganz Kalifornien in einer Nordströmung liegt.

Witterung: Es ist wolkig, aber auch wolkenlos. Im Winter besteht Nebelneigung.

HOCH NORDOSTPAZIFIK, Kalifornien überwiegend ZYKLONAL

Über dem Nordostpazifik befindet sich ein blockierendes Hochdruckgebiet, dessen Hochkeil auf Alaska und bisweilen auf den Nordwesten Kanadas übergreift. Von Nordosten greift ein Höhen-

trog auf die westlichen Gebiete der USA oder des hier angrenzenden Kanadas über. Bei der Tiefdrucktätigkeit vor der Westküste des Kontinents oder über den Rocky Mountains gelangt Kalifornien bei westlichen bis südwestlichen Höhenwinden in den Bereich seiner rechten Flanke. Die Kalifornien vom Meer aus erreichenden Luftmassen stammen aus polaren Regionen.

Witterung: Über Kalifornien ist es wolkig, wobei im Winter Niederschläge in allen Regionen möglich sind.

HOCH OSTPAZIFIK

Ein über dem Ostpazifik liegendes Hoch weitet sich so weit nach Osten aus, daß Kalifornien in seinen Einzugsbereich gelangt.

Witterung: Es ist vielfach wolkenlos, im Sommer vor allem im Landesinnern. An der Küste besteht Nebelneigung.

TROG OSTPAZIFIK

Parallel zu der Westküste Nordamerikas liegt ein sich über dem Meer in niedere Breiten erstreckender Höhentrog. Die aus dem Südwesten auf Kalifornien übertretenden Luftmassen werden an seiner Westflanke über den Ostpazifik aus dem Norden nach Süden geführt. Es liegt am Boden vor der Westküste des amerikanischen Kontinents ein Tiefdruckgebiet, wobei zuweilen Hochdruckeinfluß in Kalifornien bestehen bleibt, oder über den Rocky Mountains eine in niedere Breiten verlaufende Rinne tiefen Luftdrucks, soweit nicht der gesamte Kontinent durch sie bestimmt wird.

Witterung: In der kühlen Jahreszeit sind ausgeprägte Niederschläge möglich. Im Frühjahr und Sommer können an der Nordwestküste Gewitter auftreten.

TROG ROCKY MOUNTAINS

Über den Rocky Mountains erstreckt sich ein mit seiner Achse Kalifornien überquerender Höhentrog in niedere Breiten, wobei der Südwesten der USA in den Bereich eines Bodentiefs über der Ostabdachung des Gebirges gelangt. In der Höhe werden Luftmassen aus den nördlicheren Seegebieten des Ostpazifik herangeführt.

Witterung: In der kühlen Jahreszeit ist es vielfach wolzig, wobei Niederschläge auftreten können. In den übrigen Jahreszeiten ist es vor allem im Landesinnern überwiegend wolkenlos.

SÜDLAGE

Aus dem mexikanischen Raum erstreckt sich nach Nordamerika ein Hochkeil, soweit nicht in zonaler Richtung eine Brücke hohen Luftdrucks besteht. Vor der Westküste des Kontinents greift ein Höhentrog so weit nach Süden aus, daß Kalifornien, an seiner Ostflanke liegend, in den Bereich einer südlichen Höhenströmung gelangt.

Witterung: Über Kalifornien ist es wolzig, teilweise auch wolkenlos. Im allgemeinen tritt nur schwacher Niederschlag auf. Im Sommer ist an der Küste nicht nur Wetterleuchten über See zu beobachten, sondern es sind auch gewittrige Wetterlagen über Kalifornien möglich.

6.4 DIE GRUPPIERUNGEN DER GROSSWETTERLAGEN IM JAHRESABLAUF

Nachdem die Großwetterlagen bestimmt und beschrieben sind, läßt sich für die Jahre 1965-1966 ein in den Tabellen 10 bis 12 wiedergegebener Katalog der Großwetterlagen aufstellen. Eine nähere Analyse gestattet die Tabelle 13, die die prozentuale Häufigkeit der Zirkulationsformen, Großwetterlagen- und typen zeigt. Das Ergebnis dieser statistischen Bearbeitung ist begrenzt, weil die zeitlich willkürlichen Zusammenfassungen zusammenhängende Wetterperioden trennen können (23) und nur wenige Beobachtungsjahre zur Verfügung stehen.

Bezogen auf das ganze Jahr ist die gemischte Zirkulationsform besonders häufig (59.8%). In großem Abstand folgt die meridionale Zirkulation (24.6%), während die zonale Zirkulationsform nur einen geringen Raum einnimmt (15.6%). Im Jahresablauf erreicht die gemischte Zirkulationsform einen besonders hohen prozentualen Anteil von Juni bis September und überwiegt in allen Monaten bis auf den Mai. Hier ist es die meridionale

Januar															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1965	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	WA	WA	WA	TRKK	TRKK	TRKK	SE	SE
1966	NWZ	WA	WA	WA	WA	HK	HK	WA	WA	WA	WA	NWA	NWA	NWA	TRKK
1967	NWA	NWA	HK	HK	NWA	NWA	NWA	HK	HK	HK	HK	HO	HO	HO	NWA
1968	HNA	HNA	HNA	HK	HK	HK	WA	WA	WA	WA	WA	SWA	SWA	SWA	WZ
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1965	HK	HK	HK	WA	WA	WA	WA	WA	NWZ	NWA	HO	HO	HO	HO	HK
1966	TRKK	TRKK	HNA	HNA	HNA	WA	WA	WA	WA	WA	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ
1967	NWA	NWA	NWA	NWA	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ
1968	WZ	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	WA
Februar															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1965	HK	HK	HK	HK	HK	HO	HO	HO	NA	NA	NA	NWA	NWA	NWA	
1966	WZ	SWA	SWA	SWA	SWA	TRR	TRR	NWA	NWA	NWA	NWA	HNA	HNA	HNA	
1967	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	NWA	
1968	WA	WA	WA	WA	WA	TRAK	TRAK	TRAK	TRAK	TRAK	TRKK	TRKK	TRKK	WZ	
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1965	NWA	HK	HK	HK	HK	NWA	NWA	NWA	NWA	HK	HK	HK	NWA	NWA	-
1966	HNA	HO	HO	SWA	SWA	HK	HK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	-
1967	NWA	NWA	HO	HO	TRKK	HK	HK	HO	HO	HO	HO	HO	HK	HK	-
1968	WZ	WZ	WZ	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HK	HK	HK	HK	HK
März															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1965	HK	HK	HK	HK	TK	TK	TK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK
1966	NWZ	NWZ	NWZ	HK	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ
1967	HK	TRKK	TRKK	TRKK	HO	HO	HO	HO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	SWZ	SWZ
1968	TRO	TRO	HK	HK	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1965	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	NWZ	NWZ	NWZ	WZ	SWA	S
1966	WZ	SWA	SWA	SWA	NWA	NWA	NWA	SE	TK	TK	HO	HO	HO	HO	HO
1967	SWZ	SWZ	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	SWA	SWA	SWA	TRO	NWZ	TK
1968	WZ	TRR	TRR	NE	NE	HK	HK	WA	WA	WA	HO	HO	HO	HO	TRO
April															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1965	TK	TK	TK	TK	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	SWA	SWA
1966	HO	HO	HK	HK	HK	HO	HO	HO	WA	WA	WA	WA	HK	HK	HK
1967	TK	TK	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO
1968	TRO	NWZ	NWZ	NWA	NWA	NWA	HO	HO	HK	HK	NWZ	NWZ	HO	HO	HO
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1965	SWA	SWA	SWA	SWA	SWA	SWA	SWA	SWA	NWA	NWA	HK	HK	SWA	SWA	SWA
1966	HK	HNZ	HNZ	HNZ	HNZ	HO	HO	HO	HO	NWA	NWA	NWA	TRR	TRR	HK
1967	TRO	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TRO	TRO	TRO	TRO	TRO	TK	TK	HNA
1968	NWZ	TRKK	TRKK	NWZ	NWZ	NWZ	NWA	NWA	NWA	NWA	NWA	NWA	HK	HK	HK

Tab. 10: Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968
von Januar bis April.

Mai

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	TRKK	TRKK	TRKK	NWZ	NWZ	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	HO	HO	
1966	HK	HK	S	S	S	S	S	S	NZ	NZ	NZ	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	
1967	HNA	HNA	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	HO	HO	TRO	TRO	TRO	HO	HO	HO	HK	
1968	TK	TK	HO	HO	HO	NWA	NWA	TK	TK	TK	TK	TK	TK	HO	HO	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1965	HO	HO	WZ	WZ	WZ	TRR	TRR	TRR	TRR	TRR	HO	HO	TRO	TRO	TRO	TRO
1966	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HK	HK	S	S	S	S	S	TK
1967	HK	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	WA	WA	WA	WA	NWZ	NWZ	NWZ	TK
1968	HO	HO	HK	HK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	HT	HT	HT	HO	HO

Juni

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	TK	TK	HO	HO	HO	HO	TK	TK	TK	TK	WA	WA	WA	WA	TK	
1966	TK	TK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	HT	HT	HT	HT	HT	
1967	TK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	NWA	NWA	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	TRKK	TRKK	
1968	HO	HO	HO	TK	TK	TK	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	HT	HT	HT	HT	HT	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1965	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TK	TRR	TRR	TRR	HT	HT	HT	HT	
1966	HT	TK	TK	TK	TRO	TRO	TRO	TRR	TRR	TRR	HT	HT	HT	TRO	TRO	
1967	TRKK	TK	TK	TK	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
1968	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	TRR	TRR	TRR	

Juli

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
1966	TRO	TRR	TRR	HT	HT	SWZ	SWZ	S	S	S	S	TRO	TRO	TRO	TRO	
1967	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
1968	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1965	HT	HT	HT	TRO	TRO	S	S	S	S	S	S	S	S	TK	TK	HT
1966	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT
1967	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT
1968	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT

August

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HT	HT	HT	HT	HT	HT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
1966	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
1967	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	
1968	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	TRO	NWZ	NWZ	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1965	S	TRAK	TRAK	TRAK	TRAK	TRAK	TRAK	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT
1966	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	TRO	TRO	TRO	TRO	TRR	TRR	TRR
1967	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT
1968	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	TRO	TRO	TRR	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT

Tab. 11: Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968
von Mai bis August.

September																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HT	HT	HT	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	HO	HO	HO	
1966	HO	HO	HO	HK	HK	SWA	SWA	SWA	SWA	TRO	TRO	TK	TK	WA	WA	
1967	HT	HT	TRO	TRO	HT	HT	HT	WA	WA	WA	WA	WA	HK	HK	HK	
1968	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	HT	NWA
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1965	TRKK	NZ	NZ	HNA	HNA	HNA	HK	HK	HK	HK	TRKK	TRKK	TRKK	HK	HK	
1966	WA	TK	TK	TK	SE	SE	HK	HK	WA	WA	TRKK	TRKK	EZ	EZ	TRKK	
1967	HK	HK	TRKK	TRKK	TK	TK	TK	TK	TRKK	TRKK	EA	EA	EA	WZ	WZ	
1968	NWA	NWA	NWA	TRR	TRR	HO	HO	HK	HK	HK	HK	HK	TK	TK	TK	
Oktober																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HK	HK	HK	HO	HO	HO	HO	HK	HK	HK	HK	HO	HO	HO	HO	
1966	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	HK	HK	HO	HO	HO	HO	HO	NE	NE	NE	TRKK	
1967	WZ	WZ	WZ	WZ	HO	HO	HK	HK	HK	HK	WA	WA	WA	HK	HK	
1968	TK	TK	TK	TK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	TRO	TRO	TRO	NWA	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1965	HO	HO	HO	HO	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK
1966	HO	HO	HK	HK	HO	HO	HO	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK
1967	HK	HK	HK	HK	HK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	NWA	NWA	HK	HK
1968	NWA	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	WA	WA	WA
November																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HK	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	WA	SWZ	SWZ	SWZ	SWZ	
1966	HK	HK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	NWA	NWA	WA	WA	SWA	SWA	SWA	
1967	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	WA	WA	WA	SWA	SWA	SWA	SWA	SWA	
1968	WA	WZ	WZ	WA	WA	WA	WA	HO	HO	HO	HO	NWA	NWA	NWA	NWA	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1965	SWZ	SWZ	SWZ	SWZ	SWZ	SWZ	TRO	TRO	TRO	NWA	NWA	HK	HK	HK	HK	
1966	SWA	SWA	SWA	TRO	TRO	TRO	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	SWA	SWA	SWA	SWA	
1967	S	S	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	WZ	WZ	
1968	NWA	NWA	HK	HK	HK	HK	WA	WA	WA	HO	HO	HO	HK	HK	NWA	
Dezember																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1965	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	S	S	TRO	TRO	TRKK	TRKK	TRKK	TRKK	
1966	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	NWA	NWA	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	
1967	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	HK	HK	HK	HK	TRKK	TRKK	TK	TK	
1968	NWA	NWA	HK	HK	HK	HK	HK	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1965	TRKK	TRKK	HK	HK	HK	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	SWZ	SWZ	SWZ	NWZ	NWZ
1966	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	HK	NZ	NZ	NZ	HNA	HNA	HNA	HO	HO
1967	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	NWZ	HK	HK	HK	HK	HK	HNA	HNA	HNA	HNA	HNA	HNA
1968	NWA	NWA	NWA	HNZ	HNZ	HNZ	HK	HK	WZ	WZ	WZ	WZ	WZ	NWA	NWA	HK

Tab. 12: Großwetterlagen Kaliforniens für die Jahre 1965-1968
von September bis Dezember.

Monat/Jahr Zirkulationsform/ Gw-Lage/Gw-Typ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
WA	21.8	10.7	8.1	3.3	8.9	10.8	-	-	8.3	16.1	19.2	-	8.9
WZ	16.1	4.5	20.2	-	2.4	-	-	-	1.7	3.2	3.3	25.8	6.4
West / Zonale Zirkulationsform	37.9	15.2	28.2	3.3	11.3	10.8	-	-	10.0	19.4	22.5	25.8	15.3
SWA	2.4	5.4	5.6	10.8	-	-	-	-	3.3	-	12.5	-	3.3
SWZ	-	-	3.2	-	-	-	1.6	-	-	-	8.3	2.4	1.3
Südwest	2.4	5.4	8.9	10.8	-	-	1.6	-	3.3	-	20.8	2.4	4.6
NWA	11.3	15.2	2.4	11.7	1.6	1.7	-	-	3.3	3.2	9.2	7.3	5.6
NWZ	1.6	-	5.6	6.7	7.3	8.3	-	4.8	-	-	-	5.6	3.3
TRAK	-	4.5	-	-	-	-	-	4.8	-	-	-	-	0.8
Nordwest	12.9	19.6	8.1	18.3	8.9	10.0	-	9.7	3.3	3.2	9.2	12.9	9.7
TRKK	4.8	3.6	8.9	5.0	12.1	5.8	-	-	16.7	4.0	18.3	6.5	7.1
NE	-	-	1.6	-	-	-	-	-	-	2.4	-	-	0.3
Nordost	4.8	3.6	10.5	5.0	12.1	5.8	-	-	16.7	6.5	18.3	6.5	7.4
EA	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	-	-	0.2
EZ	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	0.1
Ost	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	-	-	0.4
SE/Südost	1.6	-	0.8	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	0.3
HK/Hoch Kalifornien	18.5	19.6	8.1	12.5	8.1	-	-	-	16.7	46.0	16.7	33.9	15.0
TK/Tief Kalifornien	-	-	5.6	11.7	6.5	22.5	1.6	-	10.0	3.2	-	1.6	5.2
HT/Hitzetief Kalif.	-	-	-	-	2.4	33.3	79.8	73.4	18.3	-	-	-	17.3
Gemischte Zirk.form	40.2	48.2	42.0	58.3	38.0	71.6	83.0	83.1	74.2	58.9	65.0	57.3	59.9
NA	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
NZ	-	-	-	-	2.4	-	-	-	1.7	-	-	3.2	0.6
HNA	4.8	3.6	-	0.8	1.6	-	-	-	2.5	-	-	4.8	1.5
HNZ	4.8	-	7.3	3.3	-	-	-	-	-	-	-	2.4	1.5
HO	6.5	28.6	12.1	11.7	28.2	5.8	-	-	6.7	19.4	5.8	3.2	10.7
TRO	5.6	-	7.3	20.8	5.6	3.3	5.6	5.6	3.3	2.4	5.0	1.6	5.5
TRR	-	1.8	1.6	1.7	4.0	8.3	1.6	3.2	1.7	-	-	-	2.0
Nord	21.8	36.6	28.2	38.3	41.9	17.5	7.3	8.9	15.8	21.8	10.8	15.3	22.0
S/Süd	-	-	1.6	-	8.9	-	9.7	8.1	-	-	1.7	1.6	2.6
Meridionale Zirkulationsform	21.8	36.6	29.8	38.3	50.8	17.5	17.0	17.0	15.8	21.8	12.5	16.9	24.6

Tab.13 Prozentuale Häufigkeit der Zirkulationsformen, Großwetterlagen und Großwettertypen im Monat und Jahr in Kalifornien für den Zeitraum 1965-1968.

Zirkulation, die im Frühling häufiger wird und in seinem letzten Monat annähernd die Hälfte aller möglichen Fälle belegt, um sodann sehr zurückzutreten. Von November bis Januar wird die meridionale Zirkulation von der im Winterhalbjahr gesteigerten zonalen Zirkulation übertroffen.

Im Januar erreicht der Großwettertyp West seinen Höhepunkt, wobei die Wetterlagen unter antizyklonalem Einfluß überwiegen. Der sich außerdem oftmals einstellende Nordtyp, der bei zyklonalem Charakter ebenso wie die entsprechenden Westlagen zu ausgeprägten Niederschlägen führt, tritt dagegen etwas zurück. Ferner gelangt Kalifornien in den Bereich kontinentaler Hochdruckgebiete, die bei klarem Winterwetter Nachtfroste nicht nur im San Joaquin-Tal und sogar in diesen Breiten an der Küste bedingen, sondern auch die Nebelbildung begünstigen. Bei Einbruch von Luftmassen aus dem Nordwesten herrscht der antizyklonale Witterungscharakter vor. In den nördlichen Küstengebieten tritt Regen auf, und mit dem Stau an der Küstenkette werden diese Regionen von schweren Schneefällen heimgesucht. Zu einer Niederschlagskatastrophe kann aber erst eine der seltenen zyklonalen Südwestlagen führen (2), denen das hier besprochene Unwetter vom 19. bis 27. Januar 1969 angehört.

Im Februar ist der Großwettertyp Nord mit dem sich auf Kalifornien ausweitenden ost- und nordpazifischen Hochdruckgebieten wetterbestimmend. Die Umgestaltung des mittleren Druckfeldes, auf die eingangs hingewiesen wurde, deutet sich an. Daneben treten in gleichen Anteilen die ebenfalls wolkenlosen, nebelträchtigen Hochdruckgebiete über Kalifornien und der Nordwesttyp auf, der bei einem von den Aleuten nach Südosten zum Kontinent gerichteten Höhentrog einen weitgehend bedeckten Himmel hervorruft. Die überwiegend antizyklonal beeinflussten Westlagen treten zurück, auch wenn sie nicht so unbedeutend sind wie die antizyklonalen Südwestlagen sowie die von Kanada nach Kalifornien gerichteten Höhenträge des Nordosttyp mit ihrer wolkigen und zu Niederschlägen neigenden Witterung.

Im März nehmen die Hochdrucksituationen so stark ab, daß neben dem Großwettertyp Nord im gleichen Maß der West-Typ und hier vor allem derjenige mit zyklonalem Charakter an Bedeutung ge-

winnen. Sie beanspruchen zusammen im Mittel mehr als die Hälfte der Tage des Monats. Wenn auch die übrigen nur an wenigen Tagen auftretenden Großwettertypen von untergeordneter Bedeutung sind, so sind doch noch der Südtyp und die ergiebige Niederschläge und Gewitter hervorrufende nahezu ortsfeste Tiefdrucksituation über Kalifornien erwähnenswert.

Im April wird bei der sich weiter abschwächenden nordhemisphärischen Zirkulation der Westtyp für Kalifornien unbedeutend. Die Nord- und Nordwesttypen bestimmen in mehr als 50% der Fälle die Drucksituation. Unter den einzelnen Großwetterlagen sind es vor allem die Höhenträge über dem Ostpazifik, die in diesem Monat besonders häufig auftreten.

Im Mai greifen die ostpazifischen Hochdruckgebiete so oft auf Kalifornien über, daß der vor allem in diesem Monat auftretende Großwettertyp Nord eine besondere Bedeutung erlangt. Daneben beeinflußt der Nordosttyp mit den von Kanada nach Kalifornien reichenden Höhenträgen das Wettergeschehen. Zugleich dehnt sich erstmalig das mexikanische Hitzetief nach Kalifornien aus.

Im Juni wird in Verbindung mit den Vorstößen des ostpazifischen Subtropenhochs nach Alaska das Hitzetief immer bedeutender. Gemeinsam mit den Tiefdrucklagen über Kalifornien bestimmen zwei Großwettertypen länger als einen halben Monat das Wetter.

Im Juli erreicht das Hitzetief seinen Höhepunkt. An nahezu 80% der Tage prägt es in charakteristischer Weise das Sommerwetter. Diese Wettersituation wird für den 25. und 26. Juli 1967 beschrieben. Bei einer der Südlagen kann es zu Gewittern im Tal von Kalifornien kommen, und an der im allgemeinen nebelumhüllten Nordwestküste führen Höhenträge über dem Ostpazifik zu Blitzenentladungen.

Auch der August wird durch das Hitzetief bestimmt. Die über dem Ostpazifik in den niederen Breiten bereits vereinzelt im Juni auftretenden, im September besonders häufigen Wirbelstürme

können eine Bahn verfolgen, die unmittelbar in den Golf von Kalifornien führt. Damit gelangt auch der Süden Kaliforniens in den Bereich dieser mit Advektion feuchter Luft verbundenen Depressionen. Ein Beispiel ist der hier näher besprochene Hurrikan "Katrina".

Im September ist die Vorherrschaft des Hitzetiefs unter den Großwetterlagen gebrochen. Sie werden wieder vielfältiger, wobei oftmals von Kanada nach Kalifornien gerichtete Höhenträge sowie kontinentale Hochdrucklagen auftreten. Ebenso stellen sich in den hier betrachteten Jahren die seltenen Ostwetterlagen ein.

Der Oktober führt zu einer Hochdruckphase, in der die Hochdruckgebiete über Kalifornien besonders zahlreich werden. Daneben weiten sich die ostpazifischen Hochdruckgebiete auf den Kontinent aus, und die überwiegend antizyklonalen Westlagen nehmen mit den weiter südwärts vordringenden Frontalzonen zu.

Im November sind es bei der über dem Pazifik verstärkten Tiefdrucktätigkeit die zu Niederschlägen führenden West- und Südwesttypen, die in hohem Maße das Wetter gestalten. Im einzelnen treten neben den antizyklonal beeinflussten Westlagen die von Kanada nach Kalifornien gerichteten Höhenträge auf, die sich nunmehr bevorzugt ausbilden. Die Anzahl der Hochdruckgebiete, die sich vom Ostpazifik aus nach Kalifornien ausweiten, und die Zahl der über Kalifornien selbst auftretenden Hochdruckgebiete nehmen ab. Die antizyklonalen Nordwestlagen gewinnen an Bedeutung. Der Südwesttyp erreicht mit vornehmlich antizyklonalem Charakter seinen größten Einfluß.

Im Dezember nimmt die Neigung zur Ausbildung von Hochdrucklagen über den USA so stark zu, daß Hochdruckgebiete über Kalifornien noch häufiger auftreten als der sich immer mehr durchsetzende Westtyp, der bei der intensiven Zonalzirkulation zyklonales Gepräge aufweist.

7. BEMERKENSWERTE WETTEREREIGNISSE IN KALIFORNIEN

Die Kenntnis des wahrscheinlichen Jahresablaufs der Witterung,

die untersucht und beschrieben wurde, ermöglicht, ergänzend Einzelwetterlagen darzustellen, die für Kalifornien ungewöhnlich oder charakteristisch sind. Im folgenden werden eine in ihrer Auswirkung extreme Wetterlage bearbeitet, eine charakteristische Wettersituation analysiert sowie eine in Kalifornien seltene Wetterentwicklung beschrieben. Als extreme Wetterlage wird die Regenkatastrophe vom 19. bis 27. Januar 1969 gewählt, die die von BAILEY (2) hervorgehobene Niederschlagsflut vom 27. Februar bis 4. März 1938 in ihrem Ausmaß übertraf. Das für Kalifornien charakteristische Hitzetief am 25. und 26. Juli 1967 ist ein musterhaftes Beispiel für die Angaben von SCHERHAG (42), denn das Höhenhochdruckzentrum liegt über dem Unterlauf des Colorado. Der Kalifornien am 2. September 1967 erreichende Hurrikan "Katrina", der zu einem großen Feuchteeinschub im Süden Kaliforniens führte (65), wird als eine hier selten in Erscheinung tretende Wetterentwicklung (25) behandelt.

7.1 DIE REGENKATASTROPHE ZWISCHEN DEM 19. UND 27. JANUAR 1969

Im Januar 1969 führte die weit nach Süden verlagerte ostpazifische Tiefdrucktätigkeit zu der größten Regenkatastrophe Kaliforniens seit dreißig Jahren (2). Innerhalb von neun Tagen erreichte im San Joaquin-Tal die Niederschlagshöhe nahezu den dreifachen Betrag des Monatsdurchschnitts der Jahre 1951 bis 1960. Das in zwei Phasen hereinbrechende Unwetter zog durch Überschwemmungen und Schlammassen nicht nur den Norden des Landes, wo in Sacramento Straßen in den Fluten versanken, sondern vor allem das Küstengebirge von San Luis Obispo bis Riverside in Mitleidenschaft^{x)}.

Die Voraussetzung für diese folgenschwere Wetterentwicklung bestand nach einer von WALDEN (66) wiedergegebenen mündlichen Mitteilung von J. NAMIAS darin, daß sich im Juni 1968 das Oberflächenwasser in dem Gebiet 25° und 30° N und 140° und 170° W (Bereich der Hawaii-Inseln und Midway) so erwärmte, daß hier die positive Temperaturabweichung mehr als 3° C betrug. Diese Erwärmung hielt annähernd neun Monate lang an. Die starken regionalen Temperaturgegensätze an der Wasseroberfläche des Pazifiks

x) New York Herald Tribune 20., 23., 27., 28. und 29. Januar 1969

fürten nach Auffassung von NAMIAS im Winter 1968/69 zu der außergewöhnlichen zyklonalen Aktivität in niedrigen geographischen Breiten. Damit gelangten feuchte Luftmassen aus den Tropen an die Westküste der USA und verursachten besonders starke Niederschläge. Im Januar 1969 befand sich Kalifornien in dem Bereich der Hauptzyklonenbahn (47).

In der Abbildung 16 ist die Ausgangslage für den 18. Januar 1969 um 0 Uhr GMT dargestellt. Während Kalifornien wie der gesamte Westen und Süden Nordamerikas einschließlich des Nordostpazifiks unter dem Einfluß hohen Drucks mit über 1044 mb bei -43° C im Norden Kanadas steht, liegt vor der amerikanischen Westküste ein Tiefdruckgebiet. Die in seinem Warmsektor nordwärts vordringende, sich abkühlende und Nebel verursachende Tropikluft ist durch eine Warmfront abgegrenzt, die weiter im Osten zu der in den Süden der USA vordringenden Kaltfront eines Mississippi-Tiefs über den Central Plains wird. Bei einem Windsprung bis zu 90° macht sich die Warmfront neben dem charakteristischen Wolkenaufzug durch Schauertätigkeit bemerkbar. Da vor dem Okklusionspunkt der Taupunkt der Kaltluft oberhalb der Wassertemperatur liegt, entsteht Meernebel, bei dem der Himmel erkennbar bleibt. Auf der Rückseite des Tiefs ist die mit Konvektionsbewölkung erfüllte Kaltluft weit nach Süden durchgebrochen. Vor der sie begrenzenden Kaltfront, an der in 20° N eine wellenförmige Deformation erkennbar ist, kommt es im Warmsektor zu anhaltenden mäßigen Regenfällen. In Kalifornien steigt zu diesem mit 16 Uhr Ortszeit identischen Beobachtungstermin bei im Norden durchbrochener hoher und mittelhoher Bewölkung in San Diego und Santa Maria die Temperatur auf 14° C und in San Francisco auf 10° C an. Zugleich gehen östlich einer Warmfrontokklusion, die nördlich von Vancouver als letztes Glied der über den USA liegenden Zyklonenkette mit einem Tief an der Hudson-Bai verbunden ist, auf den Hochebenen Kanadas in der Kaltluft bei -24° C leichte Schneefälle nieder.

Mit dem ostpazifischen Tiefdruckgebiet, einer Zyklone über Nordostsibirien, dem pazifischen Subtropenhoch sowie dem an der

Grenze nach Alaska neu zentrierten sehr kalten Hoch besteht nach der Analyse der 500 mb-Topographie in der Abbildung 17 eine ausgeprägte Frontalzone. Bei der Annäherung an das sie blockierende Hoch spaltet sie sich auf, wobei der nach Norden verlaufende Zweig über Alaska hinweg ausgreift. Der südliche, in niedere Breiten gerichtete Zweig der Höhenströmung schwenkt in dem von Nordwesten nach Südosten orientierten Trog polwärts von 20° N, noch westlich vom N-Schiff, nach Nordosten um. Diese Höhenströmung mündet in einen nordamerikanischen Trog und vereinigt sich über dem Staat Oregon mit dem über Alaska geführten Zweig.

Gemäß der Abbildung 18 verfolgt die vom 14. zum 15. Januar 1969 aus Südwest heranziehende und sich hierbei vertiefende ostpazifische Zyklone bis zum 17. Januar 1969 eine nach Norden gerichtete Zugbahn und verringert mit der Annäherung an das blockierende Hoch ihre Verlagerungsgeschwindigkeit. Der hiernach zum 19.1.1969 beschleunigt zurückgelegte nordwestliche Kurs führt sodann zu einer stationären Lage.

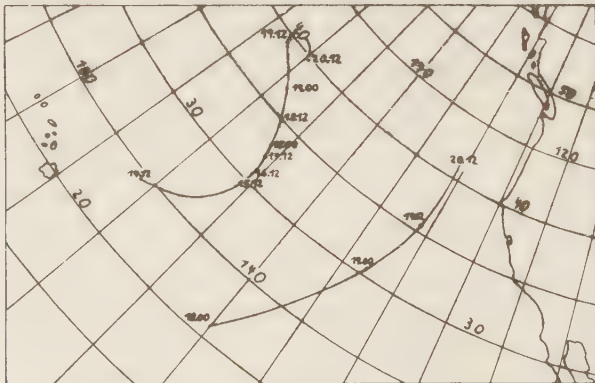


Abb.18 Zugbahn der ostpazifischen Zyklone und ihrer Randstörung vom 14. bzw. 18. Januar bis 20. Januar 1969. (Die Zahlen geben das Datum sowie die Uhrzeit in GMT für die erreichte Position an.)



Abb.16 Wetterlage am 18. Januar 1969, 00 Gl.

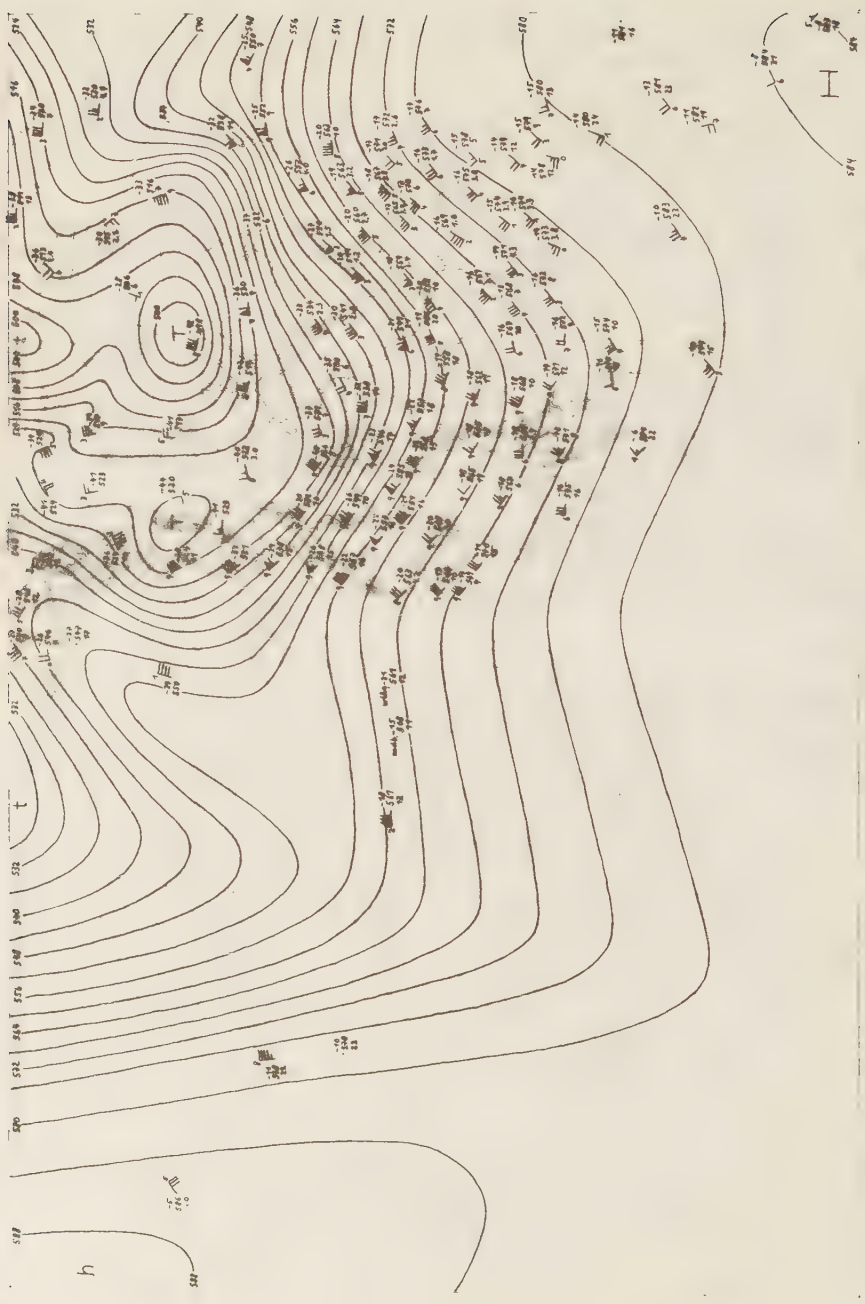


Abb.17 Absolute Topographie 500 mb am 18. Januar 1969, 00 GMT.

Die nach Südosten vordringende Kaltfront (Abb.19) wird am 17. Januar 1969 zum 12 Uhr GMT-Termin in der offiziellen Analyse des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin nur noch als eine in den niederen Breiten rückläufig werdende

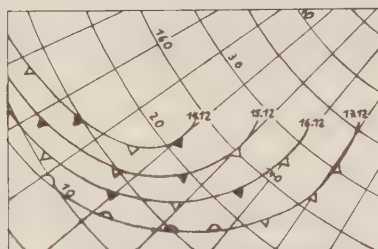


Abb.19 Verlagerung der Kaltfront des ostpazifischen Tiefdruckgebiets an den Beobachtungsterminen 12 Uhr GMT vom 14. bis 17. Januar 1969.

Höhenkaltfront gedeutet. Am 18. Januar 1969 wird auf der Vorderseite des Höhentrogos zum 0 Uhr GMT-Termin die wellenförmige Deformation der Kaltfront erkennbar, die sich bereits 24 Stunden später, indem sie mit 10° von der Höhenströmung gegen den tiefen Druck ausschert, 1300 km nach Nordnordost verlagert hat (Abb.18). Die auf den Kontinent übertretende Warmfront überquert am 18. Januar 1969 nach 12 Uhr GMT San Diego sowie Santa Maria und erreicht, wie aus der Beobachtungsliste kalifornischer Wetterstationen in der Tabelle 14 ersichtlich ist, die Bucht von San Franzisko.

Am 19. Januar 1969 wird hier um 0 Uhr GMT bei der 200 bis 300 m hohen Untergrenze der frontalen Bewölkung ebenso wie in dem im Warmsektor liegenden Santa Maria leichter Regen ohne Unterbrechung gemeldet. Der Gegensatz der Luftmassen ist bemerkenswert. Die vor der kalifornischen Küste noch 16° C erreichende feuchte Südwestströmung wird gegen eine kühle Luftmasse über dem Kontinent geführt. Die kontinentale Luftmasse erreicht in Medford nur 2° C und jenseits der Sierra Nevada auf der Hochebene der Rocky Mountains in Ely 3° C, wobei ihre negativen Taupunkte nach

Station \ Datum/ Uhrzeit	18.1.69			19.1.69			20.1.69			21.1.69			22.1.69		
	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT
San Francisco	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000
Santa Maria	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000
San Diego	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000

Station \ Datum/ Uhrzeit	23.1.69			24.1.69			25.1.69			26.1.69		
	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT	00 GMT	06 GMT	12 GMT
San Francisco	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000
Santa Maria	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000
San Diego	10 000 4 200	7 872 6 000	7 872 6 000	11 070 9 200	11 070 9 200	11 070 9 200	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000	16 000 13 000

Tab.14 Beobachtungen der Wetterstationen San Franzisko, Santa Maria und San Diego zwischen dem 18. und 26. Januar 1969.

Nordosten absinken. Somit wird in Kalifornien eine anhaltende Niederschlagstätigkeit eingeleitet, die nicht nur am Küstengebirge, sondern auch im Tal von Kalifornien zu einer Niederschlagskatastrophe führte. Wie Abbildung 20 zeigt, lag Kalifornien am 19. Januar 1969 um 12 Uhr GMT bis 40° N im Warmsektor der umfangreichen Depression. Zur gleichen Zeit ist ein neu entstandenes kleines abgeschlossenes Zentrum westlich von Boise erkennbar. In dieses kontinentale Tiefdruckzentrum verlaufen die Warmfront, die zum ostpazifischen Tiefkern gehörende Okklusion und die Kaltfront, die mit dem mehr als 800 km vor der Küste von Santa Maria liegenden Randtief verbunden ist. Der sich vom kanadischen Festland auf den Ozean ausweitende Höhentrog regt die Entwicklung eines neuen umfangreichen Tiefdruckgebietes über dem Ostpazifik an, wobei am 22. Januar 1969 eine küstenparallele Hochdruckbrücke zwischen dem subtropischen Maximum

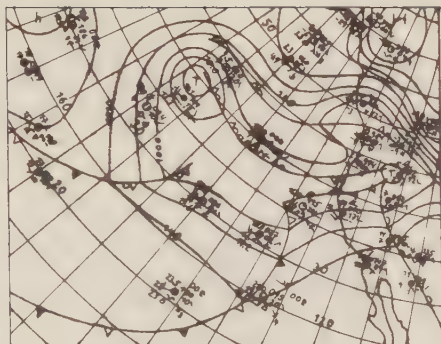


Abb.20 Wetterlage am 19. Januar 1969, 12 GMT.

vor Niederkalifornien und dem entstandenen, sich nunmehr bis zum Boden durchsetzenden nordpazifischen Höhenhochdruckzentrum ausgebildet wird. Die am frühen Morgen des 22. Januar 1969 Oakland von Nord nach Süd überquerende Kaltfront des Rocky Mountains-Tiefs verlagert sich bis nach Südkalifornien, ohne San Diego zu erreichen. Zu diesem Zeitpunkt ist in Santa Maria und Fresno schon mehr Niederschlag gefallen, als es dem Januarmittel der Periode 1951-1960 entspricht (vergleiche Tabelle 15 und Tafel 30). Wegen eines Warmluftvorstoßes an der Vorderseite des neu ausgebildeten pazifischen Wirbels ist der sich am 23.1.1969 von Nordwesten durchsetzende Hochdruckeinfluß nur von kurzer Dauer.

Die Bodendruckverteilung am 24. Januar 1969 um 0 Uhr GMT ist in der Abbildung 21 dargestellt. Zu diesem Zeitpunkt hat der gegen Kalifornien gerichtete Warmluftstrom den Kontinent erreicht, und an der Kaltfront des Tiefdruckgebietes ist wiederum eine Störung erkennbar. Nach den Beobachtungen der Tabelle 14 hat der erneute Dauerregen am 24. Januar 1969 mit dem Altostratusaufzug in San Franzisko bereits um 6 Uhr GMT eingesetzt und wurde während der für San Diego vorliegenden 12 Uhr GMT-Beobachtung auch hier registriert. Mit der Aufnahme des längs der kanadischen Pazifikküste



Abb. 21 Wetterlage am 24. Januar 1969, 00 GMT.

südwärts gesteuerten Tiefdruckgebietes in die sich aufspaltende pazifische Depression gelangt der Norden Kaliforniens am 25. Januar 1969 in den Bereich kühlerer Luft. Ursache war das zum 0 Uhr GMT-Termin noch vor der Küste liegende Druckminimum, das nach der Abbildung 22 um 12 Uhr GMT im Raum der nördlichen Küstenkette Kaliforniens lag. Mit dem sich über Oregon am

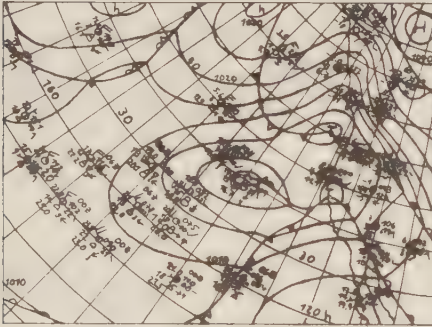


Abb.22 Wetterlage am 25. Januar 1969, 12 GMT.

26. Januar 1969 neu formierenden Wirbel überquert am gleichen Tag die Kaltfront das kalifornische Längstal, womit allein der Süden Kaliforniens noch bis zum nächsten Morgen im Warmsektor verbleibt. Einschließlich des 26. Januar 1969 erreichte nach der Tabelle 15 bei dieser Katastrophe die Gesamtniederschlagsmenge in Fresno 293%, Santa Maria 201% und San Diego 141% des Januarmittels der Periode 1951-1960. Verglichen mit diesen Werten waren die übrigen niederschlagsreichen Gebiete noch begünstigt.

Station	18.1.1969	19.1.1969	20.1.1969	21.1.1969	22.1.1969	23.1.1969	24.1.1969	25.1.1969	26.1.1969	27.1.1969	28.1.1969	29.1.1969	30.1.1969	31.1.1969	Summe 1951-1960	Summe 1951-1960	Summe 1951-1960
Europa	19.1	28.4	43.2	3.0	92.7	7.6	0.0	0.5	23.9	8.6	13.4	62%					
San Francisco	34.3	25.7	23.9	13.2	97.1	1.3	4.5	16.2	15.5	23.2	157.8	125%					
Santa Maria	23.9	24.4	19.8	16.7	84.8	2.8	4.5	13.7	38.4	T	144.2	201%					
Los Angeles	14.0	23.7	13.7	6.6	58.0	0.3	3.5	36.4	33.8	3.3	135.3	127%					
San Diego	3.8	0.5	8.4	8.4	21.1	0.3	T	19.0	23.7	16.2	82.3	141%					
Red Bluff	18.6	37.1	8.9	13.7	78.3	4.0	0.0	0.3	8.8	2.8	93.8	74%					
Fresno	22.3	37.3	8.9	18.3	80.8	T	1.0	16.7	56.2	10.2	164.9	293%					
Bakersfield	3.6	9.6	T	5.1	22.3	T	5.1	5.1	6.6	1.0	40.1	126%					
Needles	0.3	0.5	0.5	0.0	1.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	2.1	14%					

Tab.15 Niederschlagssummen [mm] kalifornischer Beobachtungsstationen vom 18. bis 26. Januar 1969. Nach DAILY WEATHER MAPS (59).

7.2 DAS WESTAMERIKANISCHE HITZETIEF AM 25. UND 26. JULI 1967

Während des Sommers 1967 weitete sich am 25. und 26. Juli das Hitzetief über den Hochebenen des Felsengebirges nach Norden aus und gestaltete das Wetter in Kalifornien in charakteristischer Weise.

Wie aus der Abbildung 23, in der die analysierte Bodendruckverteilung vom 25. Juli 1967 um 0 Uhr GMT dargestellt ist, hervorgeht, dehnt sich der hohe Druck über dem Pazifik mit einem Zentrum von über 1038 mb südlich der Aleuten nicht nur bis nach Kanada aus, sondern beherrscht mit einem um mehr als 10 mb schwächeren Maximum im Westen von Kalifornien auch den pazifischen Raum im Südosten. Die beiden Hochdruckzentren sind durch einen flachen, sich aus den Subtropen nordwärts ausweitenden Tiefdruckausläufer getrennt, der nach der 500 mb-Analyse in der Abbildung 24 mit einem von Kanada nach Südwesten ausgreifenden Höhentrog verbunden ist. Über Kanada befindet sich eine Zyklonenkette, die aus einem kleinen Tief westlich der Hudson-Bai und einem umfangreichen Wirbel im südlichen Labrador besteht.

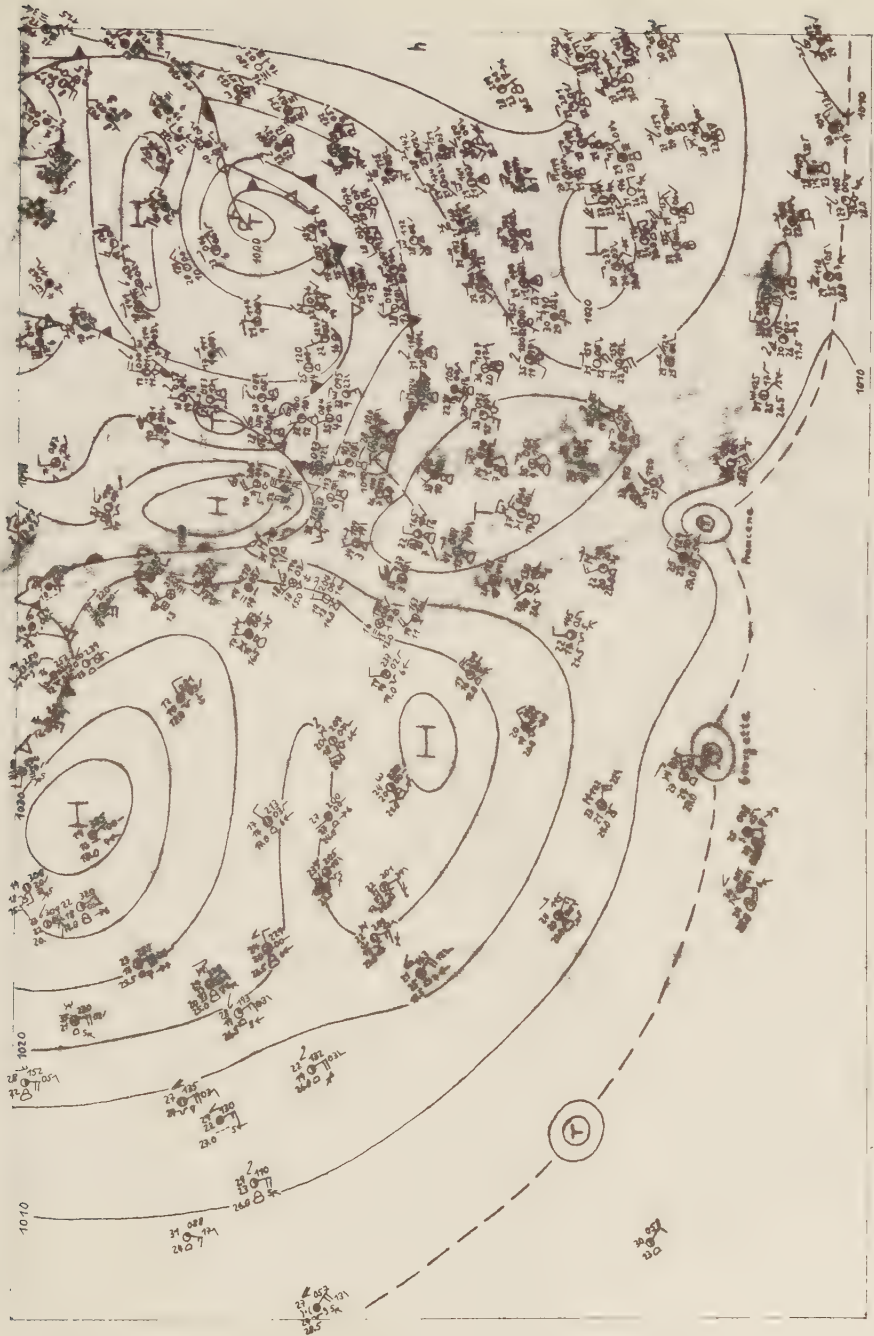


Abb. 23 Wetterlage am 25. Juli 1967, 00 GMT.



Das Tief an der Hudson-Bai ist mit einem südlich der Ellesmere-Insel zentrierten Wirbel und einem ostsibirischen Tief verknüpft. Die Warmfront des Labradortiefs wird zu der Kaltfront einer Depression östlich von Grönland. Dadurch dringt an der Ostabdachung der Rocky Mountains im südlichen Kanada sowie über dem Osten und mittleren Westen der USA mit zwei aufeinanderfolgenden Kaltfronten, deren südlichere in die Warmfront eines kleinen Tiefs über Wyoming nahe dem Yellowstone-Nationalpark übergeht, kühlere Luft in niedere Breiten vor. Gleichzeitig besteht über der kanadischen Provinz Saskatchewan ein ausgeprägter Warmluftstrom aus dem Süden. Die Temperaturgegensätze sind damit im Gebirgsvorland beträchtlich: Die aus dem Norden einströmende Kaltluft von kaum mehr als 10°C stößt auf eine 34°C erreichende Luftmasse unter Auslösung frontaler Gewitter. Weiter im Westen sind die Gegensätze ebenso gemildert wie in den nördlichen Gebirgsregionen. Hier bedingt die längs der Streichrichtung der Bergzüge nach Süden verlaufende Warmfront des über Alaska okkludierten nordostsibirischen Wirbels eine Luftmassenscheide. Zugleich steht der Golf von Mexiko unter dem Einfluß des bis nach Polen reichenden atlantischen Subtropenhochs, das westlich von Florida ein zweites abgeschlossenes Zentrum bildet und an dessen polwärts gerichteter Flanke die Zyklonen nach Osten gesteuert werden. Wie aus der zu diesem Termin gehörigen 500 mb-Topographie hervorgeht, treten über Kanada Tröge im Westen und Osten auf. Über Kanadas zentralen Gebieten befindet sich ein nach Nordosten orientierter Keil. Für die USA ist ein Hochdruckrücken mit einem Keil im Westen und einem Trog im Osten charakteristisch. Auf seiner von Kuba über das südliche Kalifornien hinausreichenden Achse besteht über dem unteren Colorado ein besonders kräftiges kleines Höhenhoch, das mit dem umfangreichen Tief am Boden in Zusammenhang steht und dieses damit als Hitzetief ausweist. Hierbei treten, wie der in der Abbildung 25 wiedergegebene Ausschnitt aus dem "digitized cloud mosaic" vom gleichen Tag zeigt, in Kalifornien Wolkenfelder nur über der Mojave- und Colorado-Wüste auf. Die in der Bodenbeobachtung von 0 Uhr GMT in San Francisco angegebene Stratusschicht zeichnet sich als ein sichelförmiges, annähernd

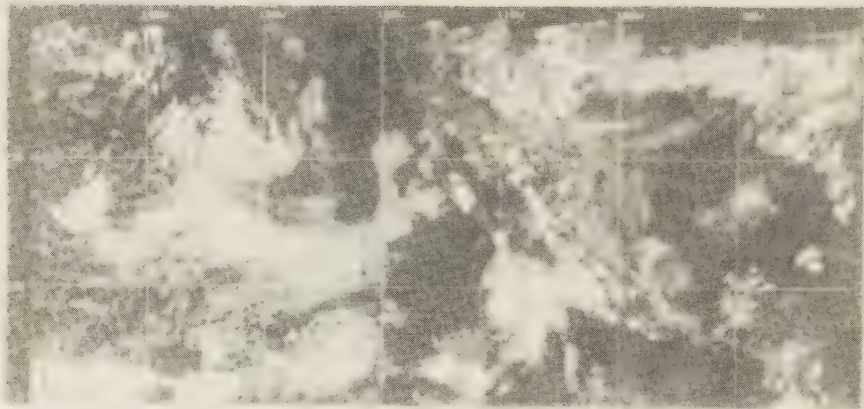


Abb.25 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1216-1228 am 25. Juli 1967.

120 km langes, von hier nach Norden verlaufendes küstenparalleles Band ab. Die von San Diego aus sichtbare Stratusbewölkung gehört zu den Wolkenfeldern des angrenzenden Niederkalifornien. Die regionale Wetterlage entspricht damit dem bereits durch Mittelwertbetrachtungen und Großwetteranalyse herausgearbeiteten Verhalten: Während die Seegebiete westlich der USA unter hohem Druck stehen, wird das Landesinnere bei meridionalem Isobarenverlauf über den im Norden Kaliforniens von Nebel eingehüllten Küstengewässern von einem Hitzetief beherrscht, das in den Wüsten des Südostens Bewölkung hervorruft.

Die nahe der Vancouver-Insel 15° C betragene Wasseroberflächentemperatur geht nach einer Schiffsmeldung weiter im Süden auf 13° C zurück, wobei der den Himmel verdeckende Nebel bei einer leichten Brise dichter geworden ist. Die hier mit 16° C über den Küstengewässern besonders niedrige Lufttemperatur kann auch

im Süden Kaliforniens in San Diego 24° C nicht überschreiten, während sie in San Franzisko bei einem mit 20 Kn landeinwärts wehenden Wind 19° C beträgt. Wie sehr die bodennahe Atmosphäre an der kalifornischen Küste durch den unteren Feuchtluftkörper stabilisiert wird, zeigt die Tabelle 16, in der die Radiosondenaufstiege für diesen Raum zum 0 Uhr GMT-Termin wiedergegeben sind. Hiernach steigt von der 1000 mb- zu der 850 mb-Fläche die Temperatur in Oakland von 14.5° C auf 22.2° C und in Vandenberg AFB von 14.8° C auf 24.8° C an, während weiter im Süden in San Diego in 850 mb 25.5° C gemessen wurden. Die relative Luftfeuchtigkeit, die im 1000 mb-Niveau in Oakland 54% und an dem näher am Meer gelegenen Vandenberg AFB 81% beträgt, geht bei der ausgeprägten Inversion an der 850 mb-Fläche auf 13% bzw. 19% zurück und erreicht über dem San Nicolas Island nur 10%. In Verbindung mit der auch in höheren Schichten geringen Luftfeuchtigkeit wird die Trennung zwischen den trockenen antizyklonalen Massen in der Höhe und der feuchten bodennahen Luftschicht erkennbar. Östlich der Einbruchzone des Küstengebirges bei San Franzisko muß sich die hier einen Zugang in das Landesinnere findende Inversion auflösen, da nach den in der Tafel 27 wiedergegebenen Extremtemperaturen die Tageshöchsttemperaturen im Norden des kalifornischen Tales 37° C und im Süden 35° C betragen. In der Mojave-Wüste steigt in Needles die Temperatur bis auf 42° C an.

Nach der Bodenwetterkarte vom nächsten Tag (Abbildung 26) weht um 0 Uhr GMT am Kap Mendocino bei wolkenlosem Himmel eine frische Brise. Wenig weiter im Süden wird bei heiterem Himmel mit einer Cirrus fibratus- und Altostratus translucidus-Be-wölkung und bei Nebel im Gesichtskreis starker Wind beobachtet. Am Kap Mendocino beträgt die Lufttemperatur lediglich 13° C. Die Wassertemperatur besitzt mit 9.5° C einen Wert, der nach Abbildung 3 das Julimittel am Blunts Reef nur um 0.5° C unterschreitet und ihm somit entspricht. Bei 21° C und wolkenlosem Himmel in San Franzisko sowie Nebelfeldern in den nordwestlichen Seegebieten kann in den Küstenregionen, wie Tabelle 17 erkennen läßt, die charakteristische Bodeninversion beobachtet werden. In San Diego, das nach der Tafel 27 im Gegensatz zu der gleichbleibenden Tageshöchsttemperatur in Bakersfield und dem weiteren

OAKLAND 72 493							VANDENBERG AFB 72 393						
Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
100	16 640	200	10	-64.0			100	16 670	140	10	-69.2		
150	14 180	240	46	-62.5			150	14 240	220	22	-66.0		
200	12 380	240	54	-54.5			200	12 450	220	20	-55.2		
250	10 920	240	49	-44.5			250	10 990	230	19	-43.0		
300	9 620	240	40	-35.2	18	-54.5	300	9 730	250	19	-33.5	29	-45.2
400	7 600	230	33	-19.5	15	-39.2	400	7 630	250	19	-19.8	12	-16.8
500	5 900	220	19	-7.2	14	-38.8	500	5 920	240	13	-4.5	46	-26.5
700	3 200	260	10	10.8			700	3 200	350	12	12.2	39	-2.8
850	1 545	260	6	22.2	13	-6.8	850	1 533	30	15	24.8	19	-0.5
1000	113	290	10	14.5	54	5.2	1000	125	300	18	14.8	81	14.5
Temperat. gef. (°C)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
132	19 900	230	29	-68.0	-	-	145	19 400	220	21	-67.0	-	-

SAN NICOLAS ISLAND 72 291							SAN DIEGO (LINDBERGH) 72 290						
Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
100	16 680	150	8	-67.8			100	16 730	120	9	-70.2		
150	14 260	210	21	-66.2			150	14 360	180	94	-65.2		
200	12 470	220	27	-54.2			200	12 550	190	23	-51.5		
250	11000	210	16	-42.2			250	11060	210	19	-46.2	19	-54.8
300	9 740	210	13	-32.8	12	-52.2	300	9 710	190	13	-38.8	19	-46.5
400	7 650	230	6	-18.2	12	-40.2	400	7 610	200	3	-15.8	22	-32.8
500	5 930	220	7	-4.2	12	-38.8	500	5 960	130	5	-3.2	32	-17.5
700	3 203	360	8	12.5	41	-0.8	700	3 203	20	6	12.8	46	0.2
850	1 539	290	5	24.5	10	-8.8	850	1 533	320	9	25.5	14	-4.2
1000	112						1000	107					
Temperat. gef. (°C)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
104	16400	170	13	-72.0	-	-	118	15800	160	14	-73.0	-	-

YUCCA FLAT 72 385							ELY 72 486						
Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
100	16 790	290	8	-68.8			100	16 680	260	16	-68.2		
150	14 280	230	34	-62.8			150	14 230	240	23	-63.2		
200	12 430	230	45	-53.2			200	12 420	240	54	-53.5		
250	11 000	230	39	-41.8			250	10 950	240	32	-43.2		
300	9 790	230	33	-32.5	19	-48.5	300	9 690	250	31	-32.5	29	-45.2
400	7 640	240	21	-17.5	19	-35.5	400	7 610	220		-19	23	-35
500	5 930	250	12	-5.8	19	-25.8	500	5 920	250	14	-7.8	90	-9.2
700	3 197	240	4	15.8	25	-4.2	700	3 197	330	8	14.2	25	-1.2
850	1 509	180	10	30.5	20	4.5	850	1 509					
1000	25						1000	43					
Temperat. gef. (°C)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)	Druck (mmHg)	Höhe (m)	Wind- richtung	Wind- geschw. (km/h)	Temper- atur (°C)	Rel. Feuchte (%)	Temperat. gef. (°C)
130	15200	220	21	-68.0	-	-	114	15900	230	23	-69.0	-	-

Tab. 16 Aerologischer Zustand über Kalifornien und Nevada
am 25. Juli 1967, 00 GMT.

OAKLAND 72 493							VANDENBERG AFB 72 393						
Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
100	16 690	180	10	-66.5			100	16 330	190	11	-70.8		
150	14 230	250	41	-65.0			150	14 370	220	29	-65.2		
200	12 430	240	49	-54.2			200	12 540	220	22	-53.0		
250	10 960	250	49	-43.0			250	11 030	230	16	-44.2		
300	9 710	250	41	-34.2	18	-50.5	300	9 770	250	6	-34.8	18	-48.2
400	7 640	260	33	-19.5	18	-37.8	400	7 670	220	3	-16.5	16	-36.5
500	5 930	270	19	-5.8	16	-28.8	500	5 940	340	3	-2.2	15	-25.2
700	3 200	280	10	13.2	12	-15.8	700	3 203	220	4	13.2	19	-10.2
850	1 545	310	14	23.0	13	-7.0	850	1 533	20	11	26.2	17	-0.8
1000	12.8	260	8	18.8	48.5	7.8	1000	113	320	8	17.2	23	12.2
Temper- paare	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
152	14200	240	41	-65.0	-	-	102	16000	170	11	-73.0	-	-

SAN NICOLAS ISLAND 72 294							SAN DIEGO (LINDBERGH) 72 290						
Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
100	16 670	50	11	-68.8			100	16 790	90	14	-69.5		
150	14 270	250	10	-66.0			150	14 320	150	14	-64.8		
200	12 470	190	19	-53.8			200	12 520	150	20	-53.2		
250	11 010	220	11	-42.2			250	11 040	120	11	-40.8		
300	9 750	150	3	-32.5	11	-52.5	300	9 770	100	13	-37.5	24	-45.5
400	7 660	80	9	-16.8	11	-40.8	400	7 670	90	13	-16.5	20	-34.2
500	5 940	70	8	-3.2			500	5 950	80	9	-4.0	30	-19.0
700	3 114	20	7	12.8	22	-8.8	700	3 200	170	8	12.8	33	-3.2
850	1 527	330	6	25.8	10	-8.8	850	1 527	70	2	26.8	27	6.2
1000	101						1000	98					
Temper- paare	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
109	16200	110	13	-74.0	-	-	108	16300	90	13	-75.0	-	-

YUCCA FLAT 72 385							ELY 72 486						
Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
100	16 730	220	10	-69.2			100	16 710	220	9	-66.0		
150	14 310	230	29	-64.0			150	14 270	250	41	-63.8		
200	12 500	290	38	-52.2			200	12 460	250	45	-53.0		
250	11020	240	23	-41.0			250	10 990	250	46	-42.2		
300	9 760	50	18	-32.2			300	9 730	260	34	-33.5	16	-50.8
400	7 670	80	19	-16.5	19	-34.8	400	7 640	260	32	-17.8	29	-31.8
500	5 950	250	12	-4.8	19	-24.5	500	5 940	270	23	-6.8	59	-13.5
700	3 203	210	16	16.2	28	-2.2	700	3 194	230	9	17.2	27	-2.2
850	1 506	210	18	33.2	20	7.5	850	1494					
1000	15						1000	6					
Temper- paare	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Druck [mmHg]	Höhe [km]	Wind- richtung	Wind- geschw. [km/h]	Temper- atur [°C]	Rel. Feuchte [%]	Temperatur [°C]
107	16300	220	13	-72.0	-	-	117	15800	250	26	-70.0	-	-

Ab. 17 Aerologischer Zustand über Kalifornien und Nevada
am 26. Juli 1967, 00 GMT.

Temperaturanstieg an den anderen Beobachtungsstationen gegenüber dem Vortrag eine niedrigere Maximaltemperatur aufweist, gelangt neben Zirren die Quellbewölkung des Hitzetiefs in den Gesichtskreis. Zum Zeitpunkt des Satellitendurchgangs sind gemäß Abbildung 27 ein großer Teil der Wüsten im Südosten sowie

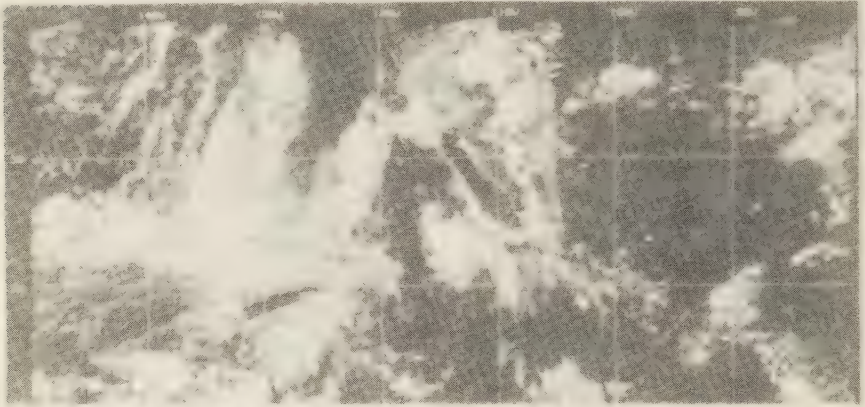


Abb.27 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1229-1241 am 26. Juli 1967.

der gesamte Südwesten Kaliforniens durch Wolkenfelder dem Blick entzogen. Das Druckzentrum in 500 mb behält nach Abbildung 28 mit mehr als 596 gpdkm seine alte Position bei, während über dem nördlichen Kalifornien und den im Westen anschließenden Meeresgebieten sich der Hochdruckrücken verstärkt. Das Hitzetief bleibt bis einschließlich 2. September 1967 wetterbestimmend (vergleiche Tabelle 11 und 12).



Abb.26 Wetterlage am 26. Juli 1967, 00 GMT.

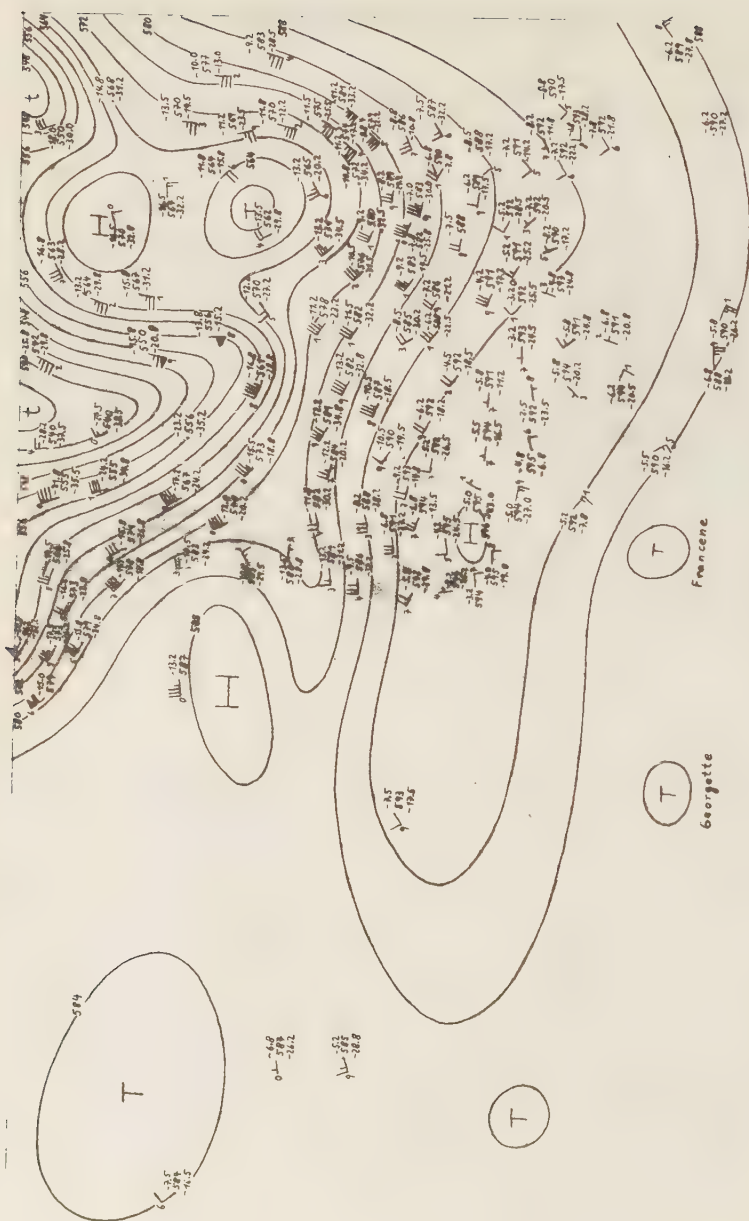


Abb.28 Absolute Topographie 500 mb am 26. Juli 1967, 00 GMT.

7.5 DER HURRIKAN KATRINA VOM 29. AUGUST BIS 2. SEPTEMBER 1967

In den letzten Augusttagen des Jahres 1967 entwickelte sich vor der mexikanischen Westküste in 20° Breite am Kap Corrientes der in den Norden des Golfs von Kalifornien ziehende Hurrikan "Katrina". Für den Süden Kaliforniens war damit ein ungewöhnlich hoher Feuchtlufteinschub verbunden (65). Am 26. August 1967 war nach den 0 Uhr GMT-Meldungen der mit seiner Achse über der westlichen Sierra Madre liegende Ausläufer der tropischen Tiefdruckrinne mit einem Höhentrog verbunden, der sich nach Südwesten zu der Südspitze Niederkaliforniens hin ausweitete. Vierundzwanzig Stunden später wurde über dem Plateau von Anahuac eine Depression sichtbar. Am 28. August 1967 ist sie um 12 Uhr GMT in der Berliner Bodenanalyse als ein an der Küste liegendes Tief erkannt worden, das sich zu einem Wirbelsturm entwickelte, dem man den Namen "Katrina" gab. Die nach West-südwest gerichtete Zugbahn, die in der Abbildung 29 dargestellt ist, schwenkt am 30. des Monats in nördliche Richtung. Der in

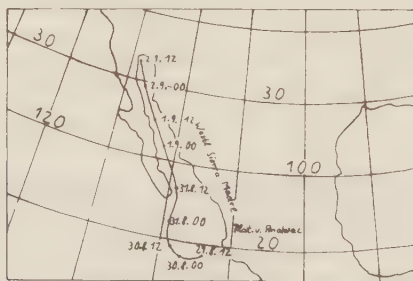


Abb.29 Zugbahn des Hurrikan "Katrina" vom 29. August bis 2. September 1967. (Die Zahlen geben das Datum sowie die Zeit in GMT für die erreichte Position an.)

den Golf von Kalifornien einlaufende Wirbelsturm kreuzt bei der nordwärts gerichteten troposphärischen Höhenströmung am 31. August 1967 den Wendekreis des Krebses und erreicht am 1. September 1967 das Seegebiet nördlich von La Paz. Wie die Regionalanalyse für den 0 Uhr GMT-Termin in der Abbildung 30

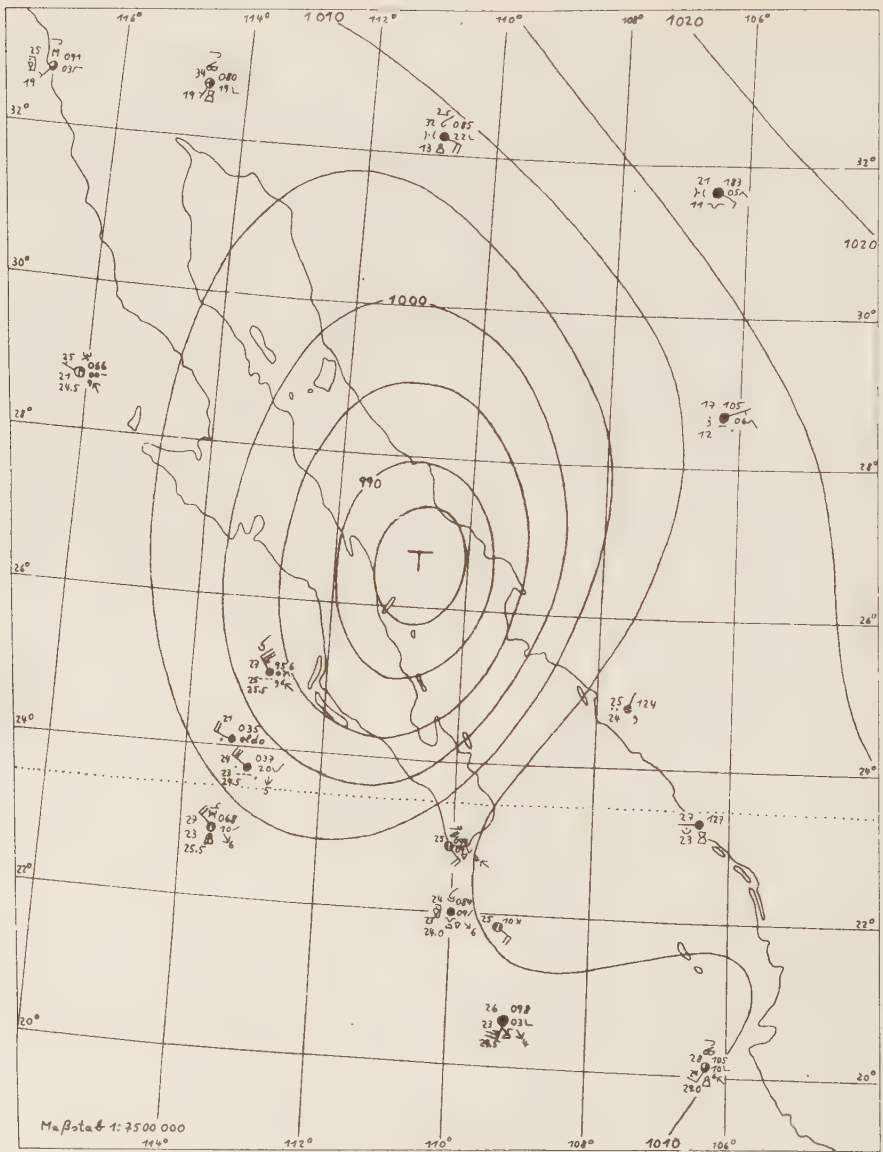


Abb. 50 Hurrikan "Katrina" über dem Golf von Kalifornien
am 1. September 1967, 00 GMT.

zeigt, verursacht zu diesem Zeitpunkt der mit seinen ellip-
tischen Isobaren einen Durchmesser zwischen 700 km und 1000 km
erreichende Hurrikan noch vor der Südwestküste Niederkaliforniens
stürmischen Wind. In größerer Landferne ruft er gemäß der in der
Abbildung 31 wiedergegebenen Klartextmeldung eines Schiffes ne-
ben einer frischen Brise aufsteigende Kreuzseen hervor, die sich
mit Regen vermischen.

eldo	010000z	24.06n	113.34w	wnd	wnw5	backing	brm
	1003.5	rsg	sea	mdt	confused	swell	ovc rain temp
	70f	vsby	1	mi=			

Abb.31 Wetterbeobachtung eines Schiffes im Südwestquadranten
des Hurrikan "Katrina" auf dem Ostpazifik im Klartext.

Die Gewalt des Sturmes im inneren Bereich des Wirbels und der
Luftdruck in seinem Zentrum können infolge fehlender Beobach-
tungen nicht abgeschätzt werden. Über dem Süden Kaliforniens
treten zu diesem Zeitpunkt Cumulonimben neben mittelhoher und
hoher Bewölkung auf. Das Satellitenbild der Abbildung 32 zeigt
im Südostquadranten des Sturmgebietes die für einen Wirbelsturm
charakteristischen Wolkenfelder auf zyklonalen Bahnen. Der den

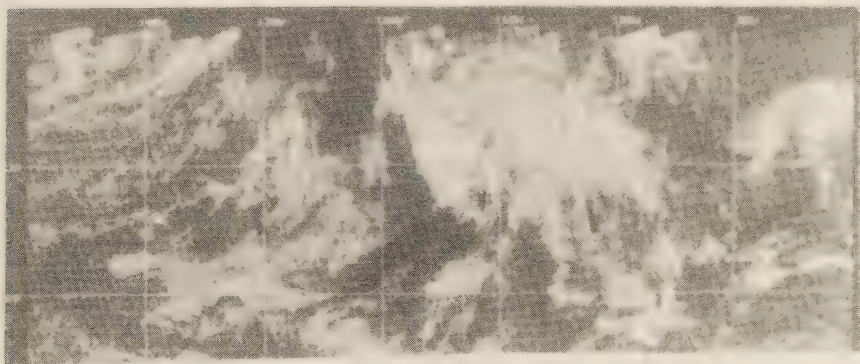


Abb.32 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den
Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der
Durchgänge 1698-1710 am 1. September 1967.

Norden des Golfes erreichende und der Auflösung anheimfallende Wirbelsturm ist am 2. September 1967 im Satellitenbild der Abbildung 33 durch Wolkenfelder über Kalifornien gekennzeichnet.

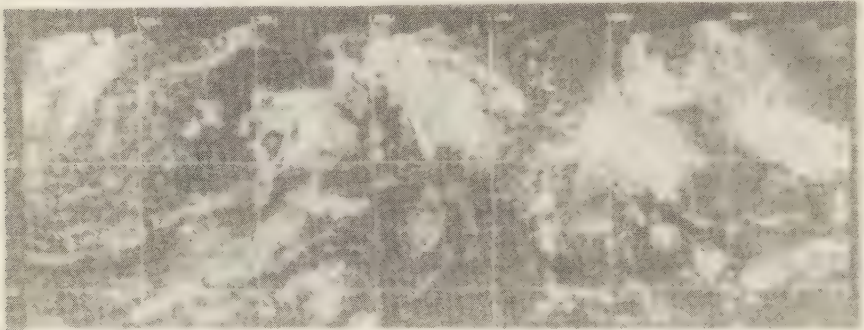


Abb.33 Digitized cloud mosaic in Mercator-Projektion nach den Einzelaufnahmen des Wettersatelliten ESSA 5 während der Durchgänge 1710-1722 am 2. September 1967.

Mit zunehmender Höhe ist er so geneigt, daß sein in 500 mb über der Mojave-Wüste liegendes Zentrum im 400 mb-Niveau über der Südwestküste Kaliforniens liegt. Der Einschub feuchter Luft in den Süden Kaliforniens ist evident.

8. SCHLUSSBETRACHTUNG UND AUSBLICK

Ziel der vorliegenden Arbeit war der Versuch einer Klimabeschreibung für Kalifornien und die Darlegung der meteorologischen Zusammenhänge. Die Schwierigkeit bestand hierbei in dem komplizierten Ineinandergreifen der atmosphärischen Erscheinungen. Zum Abschluß sollen die gewonnenen wesentlichen Untersuchungsergebnisse wiedergegeben werden.

Mit steigender Sonnenhöhe gewinnt ab März westlich von Kalifornien das Subtropenhoch eine große Bedeutung, während über

dem Kontinent niederer Luftdruck bestimmend ist. Ab Mai steht der tiefe Druck im Westen Nordamerikas zunehmend mit einem Hitzetief in Verbindung, das um die Zeiten des Sonnenhochstandes im Juli und August zu einer quasi permanenten Erscheinung wird. Die Nachbarschaft des Subtropenhochs und des Tiefs längs der Breitenkreise bedingt einen Nordostpassat. Dieser führt zu dem südwärts setzenden Kalifornienstrom, der durch Advektion kühler Wassermassen aus dem Norden und das Aufsteigen kalten Tiefenwassers an der Küste, das ebenfalls äquatorwärts getrieben wird, gekennzeichnet ist.

Hierbei liegt eine Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre vor: Die zum Sommer hin bevorzugte Erwärmung der Landmassen bedingt an der Küste in Bodennähe einen zunehmenden Druckgradienten und damit einen weiter angefachten Nordostpassat. Dieser führt zu einem verstärkten Antrieb des Kalifornienstromes und Aufquellen kalten Tiefenwassers an der Küste. Die sich einstellenden niedrigen Wassertemperaturen sind für die niedrige Temperatur der darüber befindlichen Luft und damit für die Ausbildung einer Passatinversion verantwortlich. Da die Luftmassen weite Strecken über das Meer geführt werden, stellt sich eine die Einstrahlung von Sonnenenergie herabsetzende ausgeprägte Nebel- und Schichtwolkenbildung ein. Die Nebelfelder und niedrigen stratiformen Wolkenfelder greifen mit den sich infolge der Druckverteilung einstellenden kalten Seewinden auf die Küstenregionen Kaliforniens über. Die Folge ist ein im Küstenbereich sich vergrößernder Temperaturgradient, damit ein steiler werdender Druckgradient und mit der anwachsenden Windgeschwindigkeit sich verstärkender Kalifornienstrom, der zu sehr niedrigen Wassertemperaturen führt. Dieser an der kalifornischen Küste ungewöhnlich niedrige Lufttemperaturen verursachende Vorgang trägt also eine Selbstverstärkung in sich.

Das Subtropenhoch und das Hitzetief stehen im Zusammenhang mit dem subtropischen Höhenhochdruckgürtel. Dadurch wird die kühle Seeluft an der kalifornischen Küste von trockener, warmer Höhenluft überweht. Die Folge sind sonnenscheinreiche, heiße und trockene Sommer im Binnenland, in denen westlich der Sierra

Nevada nahezu jede Niederschlagsbildung unterbunden ist. Da westlich der Sierra Nevada Kondensationsprozesse ausbleiben und somit latente Wärme des Wasserdampfes nicht frei wird, besitzt das Hitzetief lediglich eine geringe Mächtigkeit.

Mit der Ausbildung von Hochdruckgebieten über dem Südosten der USA wird mit Wasserdampf angereicherte Luft aus dem Golf von Mexiko in das Hitzetief einbezogen, soweit die als Feuchtluftfalle wirkende Ostabdachung der Rocky Mountains diesen Feuchtlufteschub ermöglicht. Er ist in Kalifornien nur für die Wüsten des Südostens von Bedeutung, da die Gebiete weiter im Norden durch die steil aufragende Sierra Nevada wirksam abgeschirmt sind. Somit stellen sich allein in der Mojave- und Colorado-Wüste im Juli und August konvektive Wolkenbildung und unregelmäßig auftretende, teilweise gewittrige Niederschläge ein. Die Wolkenbildung hat zur Folge, daß in diesen Monaten das Tal von Kalifornien und nicht die Wüste im Südosten zum Sonnenscheinzentrum wird. Der Einschub feuchter Luft aus dem Golf von Kalifornien in die südlichen Wüstenregionen ist unbedeutend und erreicht allein an der Wende zum Herbst in Verbindung mit den gelegentlich in diesen Meeresarm einlaufenden Wirbelstürmen ein größeres Ausmaß.

Im Sommer lassen sich in großen Zügen vier verschiedenartige Regionen unterscheiden: Die von Nebel und Stratuswolken erfüllten kühlen sowie nahezu regenlosen, durch nassenden Nebel befeuchteten Küstengebiete, das durch Sonnenscheinreichtum gekennzeichnete warme und trockene Binnenland westlich der Sierra Nevada, das durch niedrigere Temperaturen begünstigte Hochgebirge und die heiße, im Juli und August zu konvektiven Niederschlägen neigende Wüstenlandschaft im Südosten.

Sinkende Kulminationshöhe und sich verkleinernder Tagbogen der Sonne führen im September auf dem Festland zu einer fortschreitenden Abkühlung und damit zu sich verringernden Druckgegensätzen. Dadurch lassen in den Küstenregionen die Seewinde und Seenebel nach. Dies hat zur Folge, daß nunmehr am Meer nördlich vom Kap Conception die Temperaturen im Gegensatz zu den sinkenden Temperaturen im Binnenland ansteigen und ihre höchsten Werte im Jahresablauf erreichen. Mit den auf dem Fest-

land abnehmenden Temperaturen wird die Vorherrschaft des Hitzetiefs unter den Großwetterlagen gebrochen. Zum Winter hin gewinnt die über dem Nordpazifik sich verstärkende Tiefdrucktätigkeit für Kalifornien immer mehr an Bedeutung. Es wird den nach Süden abnehmenden zyklonalen Niederschlägen Raum gegeben, die im November infolge niedriger Temperaturen in der Höhe alle Gebirge mit einer Schneedecke überziehen. Da sich immer wieder Hochdruckeinfluß durchsetzt, kann bei milden Temperaturen in den Niederungen die Sonne häufig die Wolkendecke durchbrechen und dem Winterwetter Kaliforniens sein charakteristisches Gepräge geben.

Die vorliegende Untersuchung war nur durch die Entwicklung der synoptischen Meteorologie möglich, die zum Ausbau eines aerologischen Beobachtungsnetzes führte, das in Kalifornien in den letzten Jahren bemerkenswert erweitert wurde. Eine große Hilfe bedeuteten die zahlreichen Klimastationen, die in neuerer Zeit eingerichtet worden sind. Die Vorteile des hierauf beruhenden umfangreichen klimatologischen Beobachtungsmaterials lassen infolge seiner Homogenität den Mangel der heute noch kurzen Beobachtungsdauer zurücktreten. Die im Rahmen des "Global Atmospheric Research Programme" (GARP) zu erwartenden Meßserien werden ihrerseits dazu beitragen, daß die für Kalifornien bedeutsamen Wechselbeziehungen zwischen dem Pazifischen Ozean und der Atmosphäre weiter erhellt werden.

A N H A N G
- - - - -

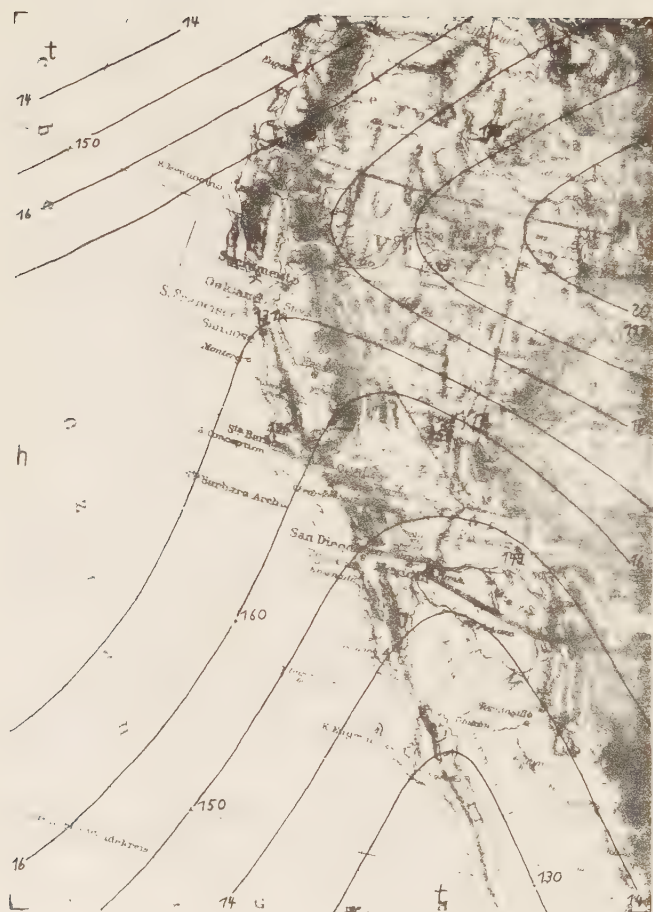
VERZEICHNIS DER TAFELN

	Seite
1. Mittlere absolute Topographien der 1000 mb-Fläche Januar bis Dezember (Tafeln 1 - 12)	94
Änderung der Höhe der 1000 mb-Fläche vom Januar zum Juli (Tafel 13)	107
(Periode: Schnittpunktwerte 1900-1939, Radiosonden- stationen 1946-1955)	
2. Klimatologische Karten der Temperatur in °C Januar bis Dezember (Tafeln 14- 25)	108
(Periode: 1951-1960)	
Tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen in °C Juni bis August 1967 (Tafeln 26- 28)	111
3. Klimatologische Karten der Niederschlagshöhen in mm Jahr und Januar bis Dezember (Tafeln 29-41)	124
(Periode: 1951-1960)	
Klimatologische Karten der Zahl der Niederschlags- tage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag Jahr und Januar bis Dezember (Tafeln 42- 54)	138
(Periode: 1954-1960)	
Klimatologische Karten der Zahl der Niederschlags- tage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag Jahr und Januar bis Dezember (Tafeln 55- 67)	152
(Periode: 1951-1960)	
4. Kalifornische Beobachtungsstationen für Temperatur und Niederschlag (Tafel 68)	166

MITTLERE ABSOLUTE TOPOGRAPHIEN DER 1000 mb-FLÄCHE

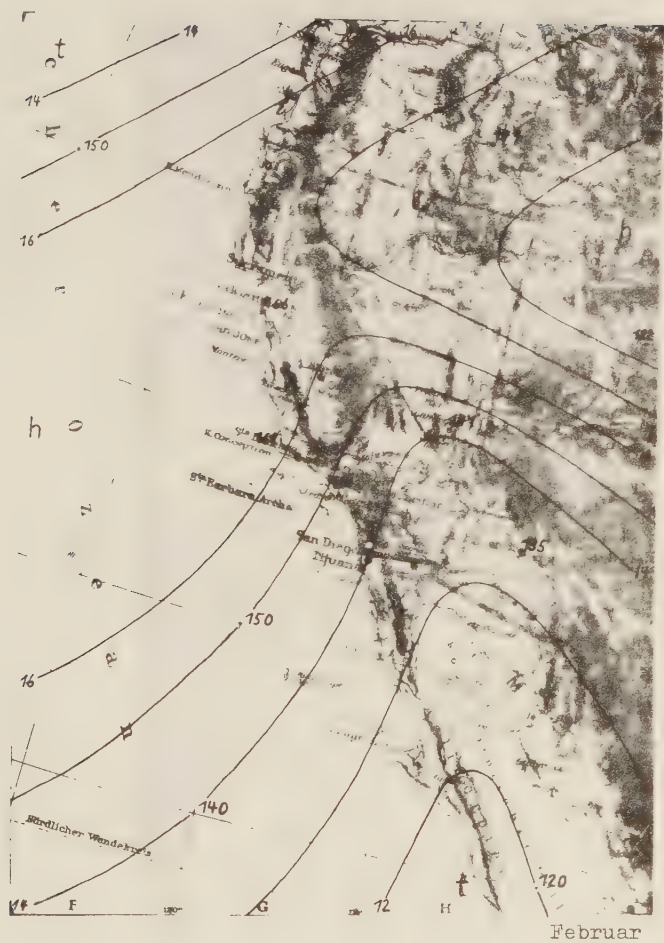
(Januar bis Dezember)

ÄNDERUNG DER HÖHE DER 1000 mb-FLÄCHE VOM JANUAR ZUM JULI

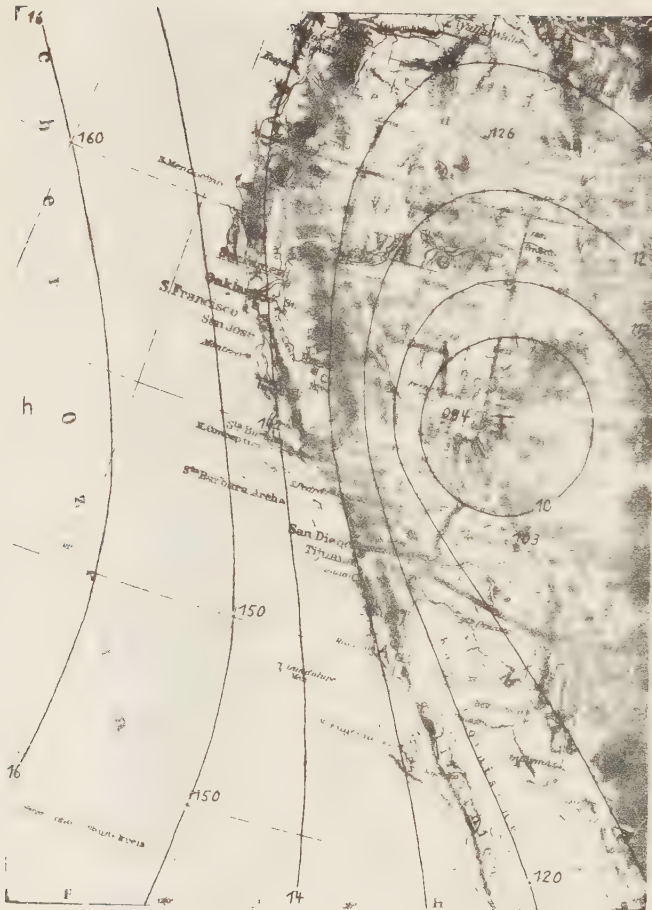


Januar

Tafel 1: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.

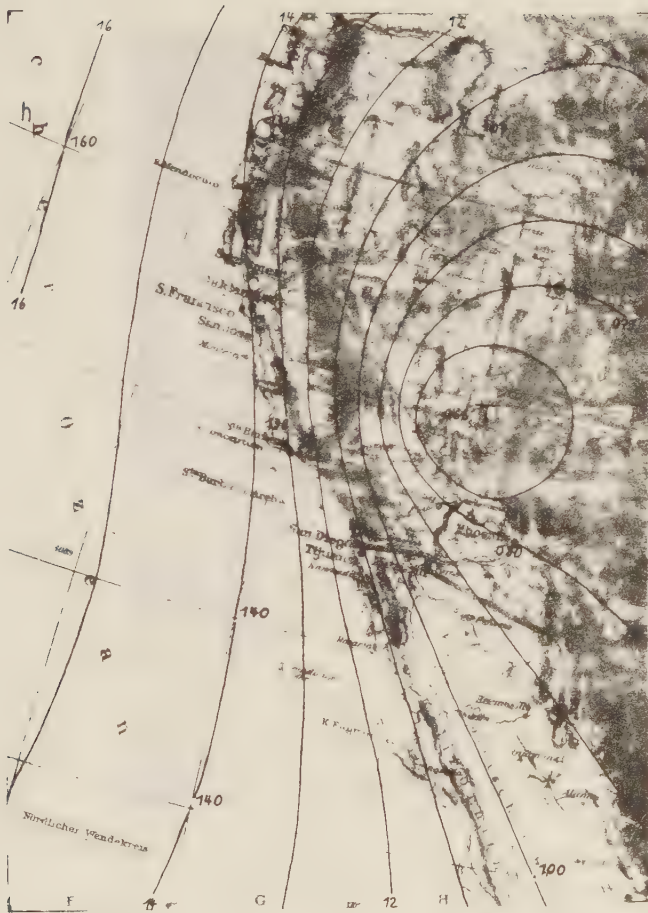


Tafel 2: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



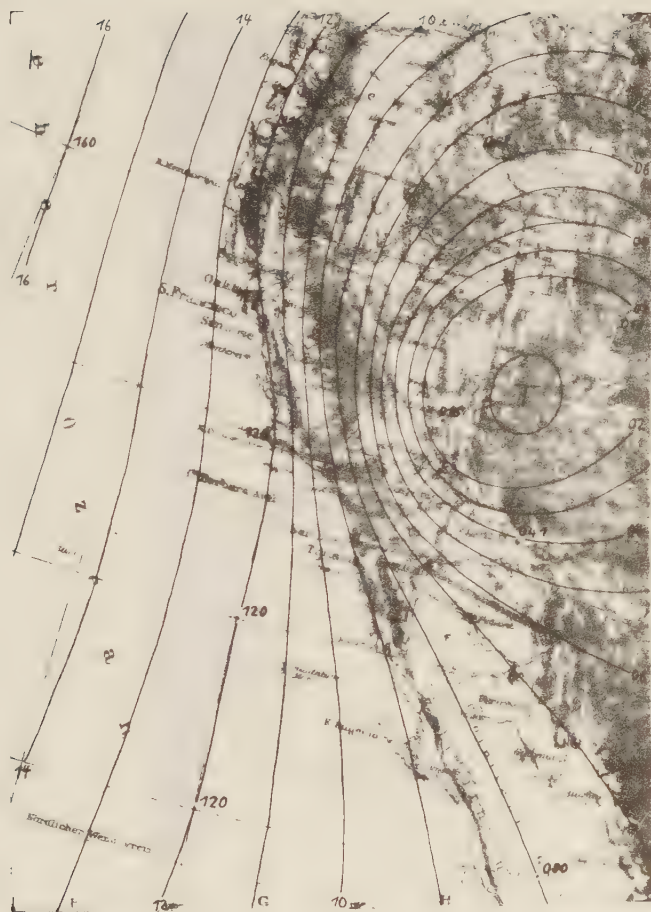
März

Tafel 3: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



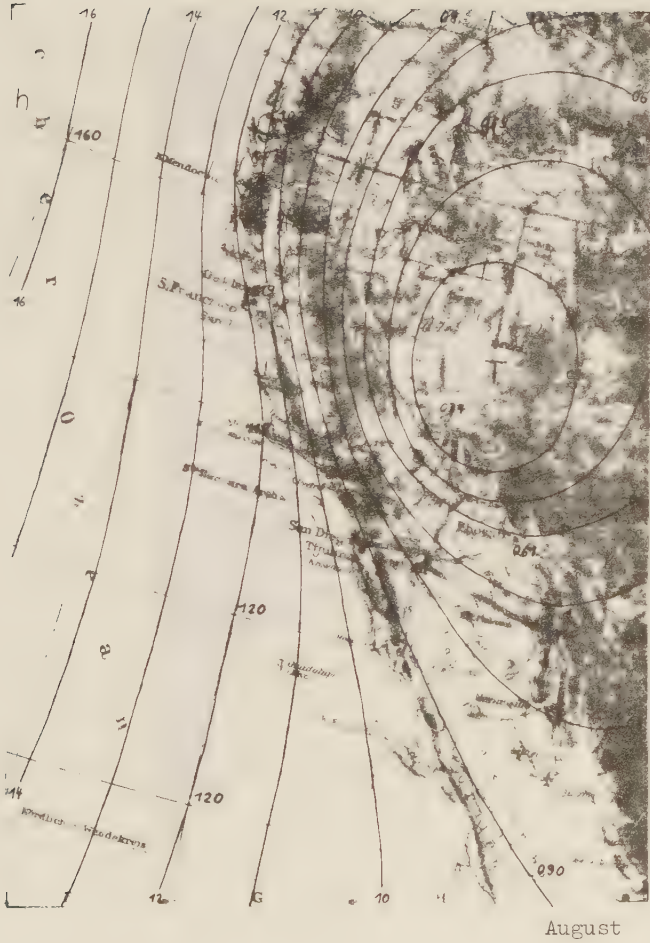
April

Tafel 4: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.

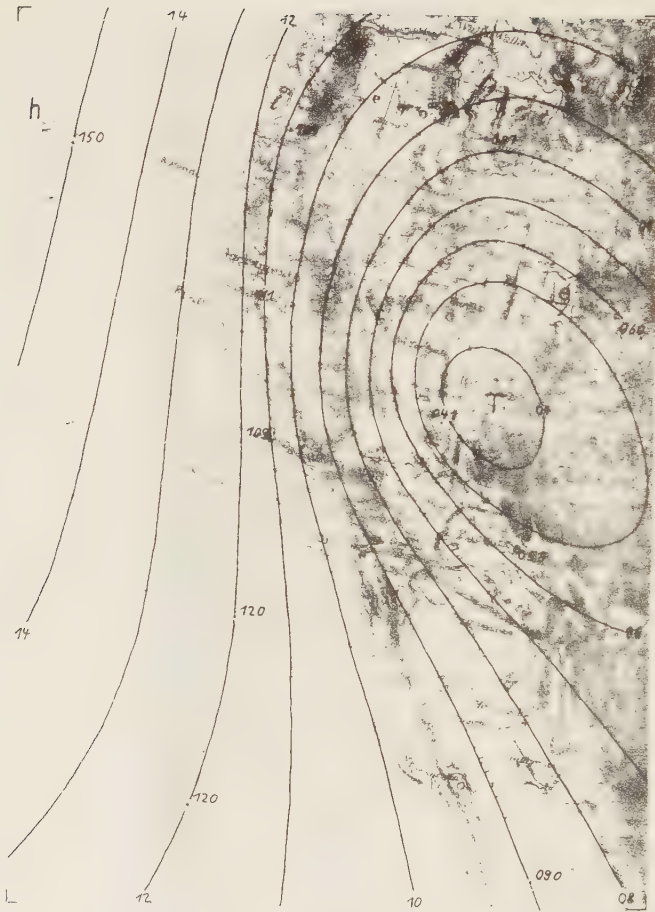


juni

Tafel 6: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.

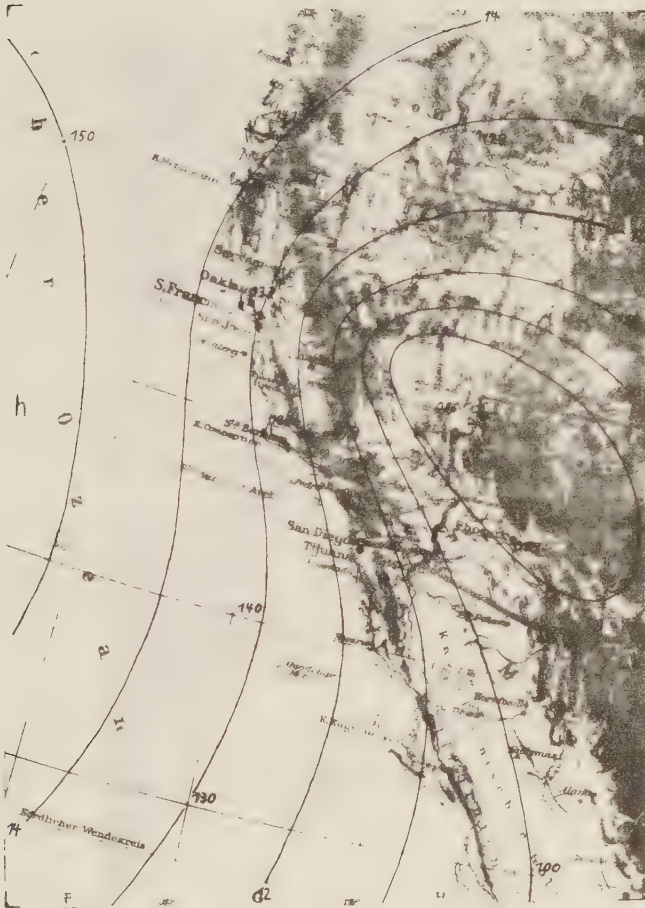


Tafel 8: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



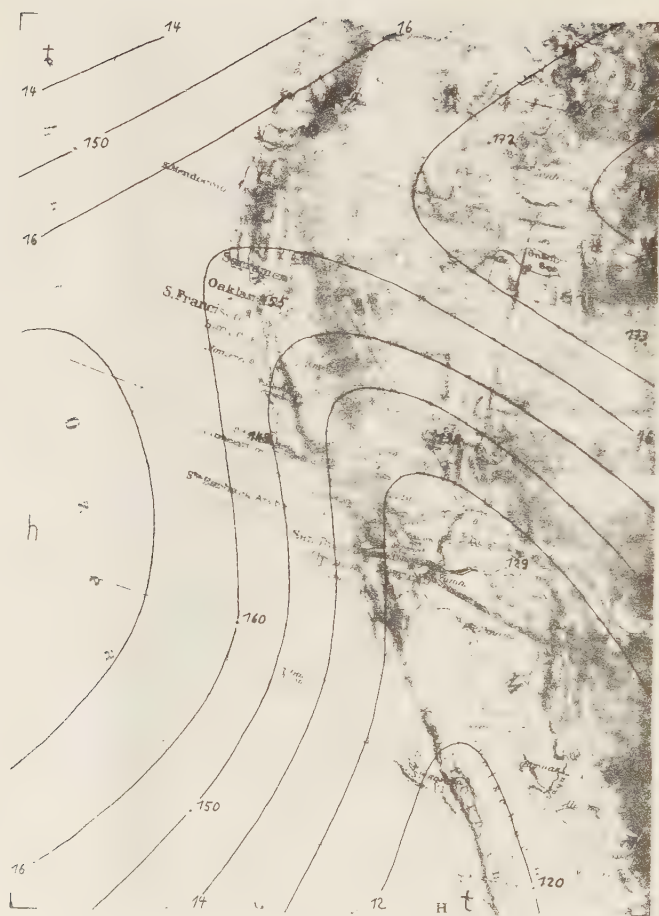
September

Tafel 9: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



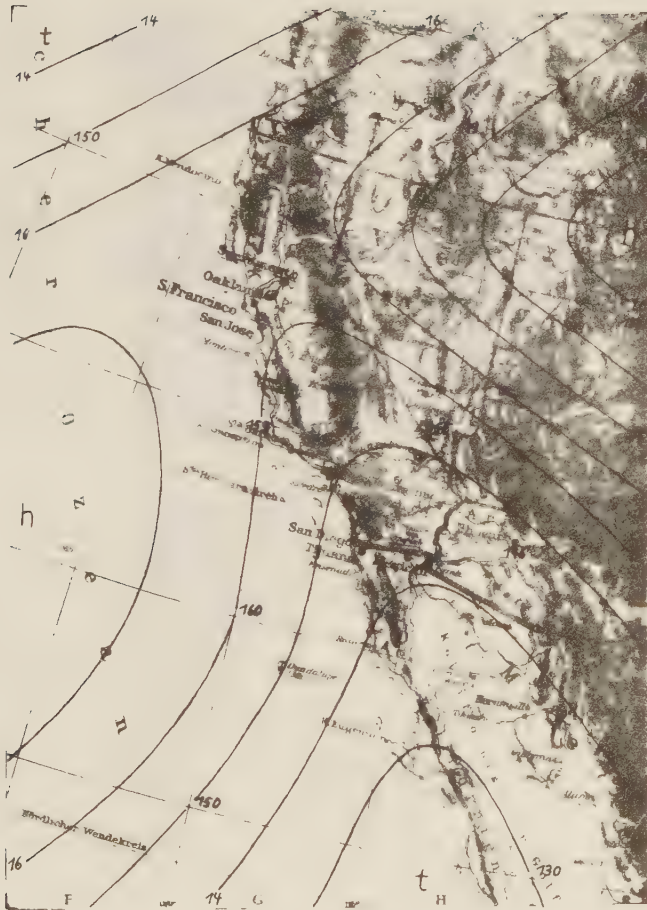
Oktober

Tafel 10: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



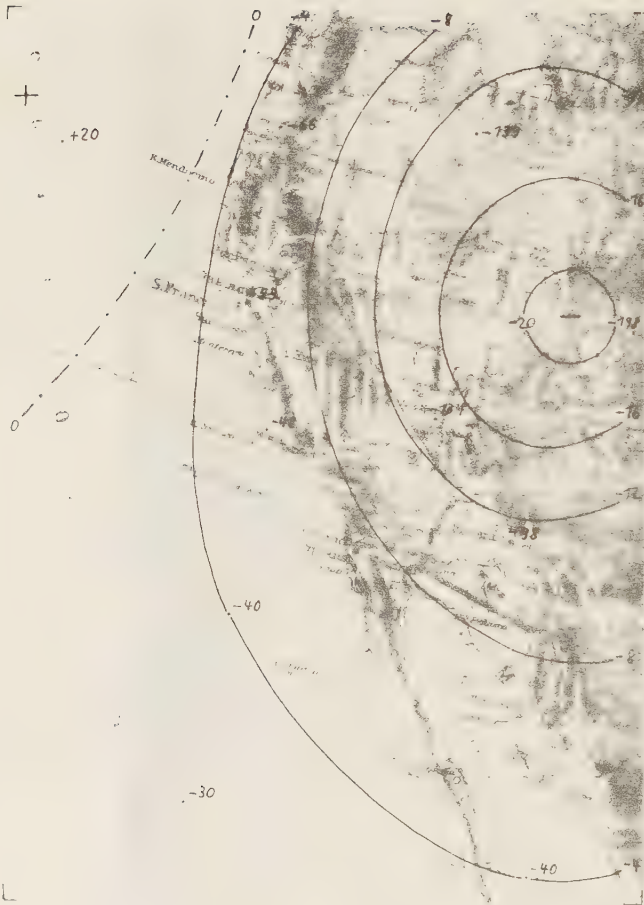
November

Tafel 11: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



Dezember

Tafel 12: Mittlere absolute Topographie der 1000 mb-Fläche.



Tafel 13: Änderung der Höhe der 1000 mb-Fläche
vom Januar zum Juli.

KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER TEMPERATUR

FÜR DEN ZEITRAUM 1951-1960

(Januar bis Dezember)



Tafel 14: Mittlere Temperatur in °C.



Februar

Tafel 15: Mittlere Temperatur in °C.



März

Tafel 16: Mittlere Temperatur in °C.



April

Tafel 17: Mittlere Temperatur in °C.



Map

Tafel 13: Mittlere Temperatur in °C.



Juni

Tafel 19: Mittlere Temperatur in °C.



July

Tafel 10: Mittlere Temperatur in °C.



August

Tafel 21: Mittlere Temperatur in °C.



September



Oktober

Tafel 23: Mittlere Temperatur in °C.



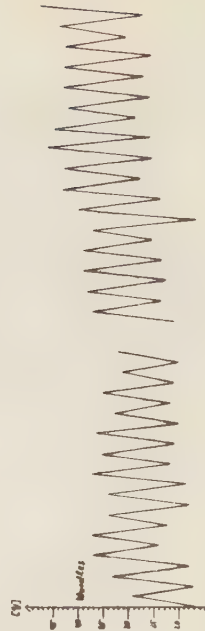
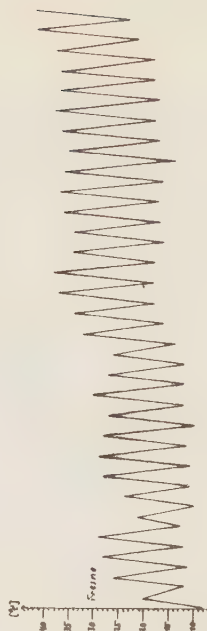
November

Tafel 24: Mittlere Temperatur in °C.

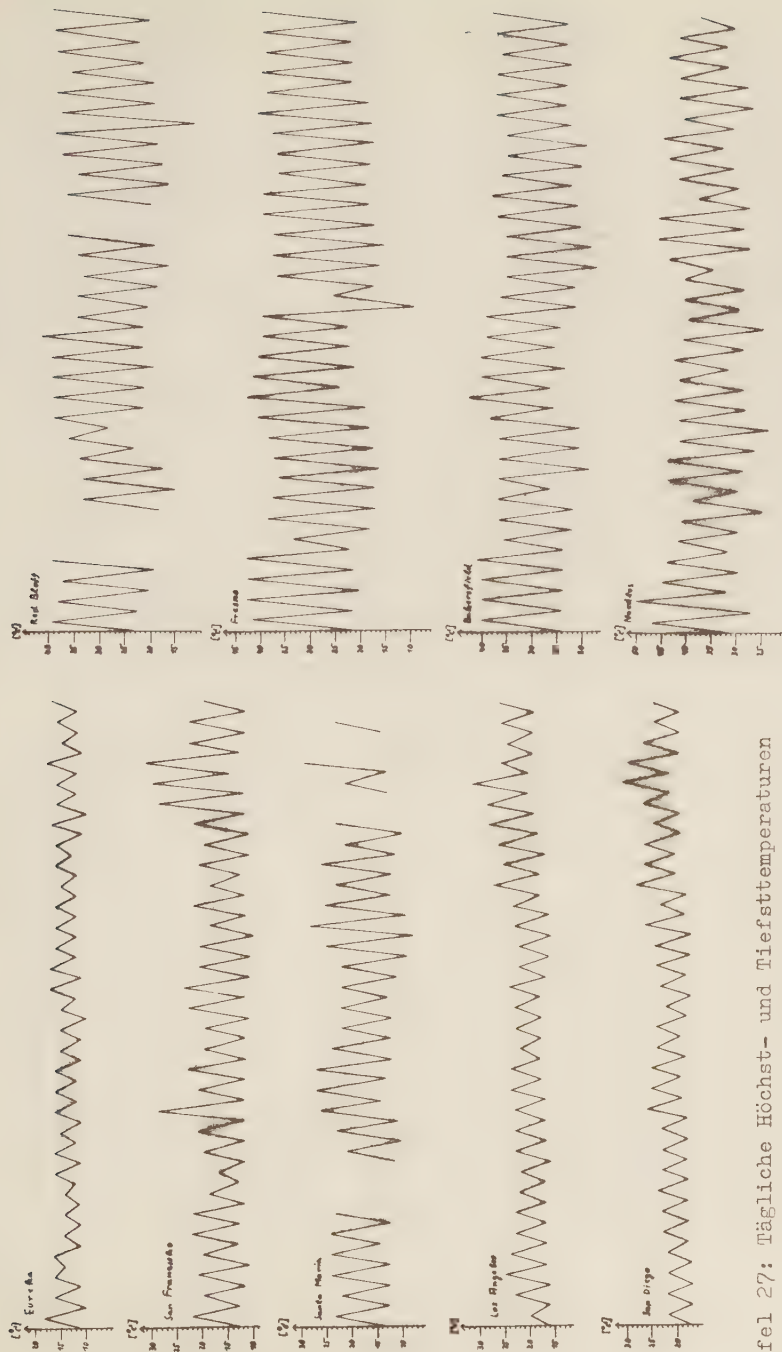


Dezember

Tafel 25: Mittlere Temperatur in °C.



Tafel 26: Tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen
 kalifornischer Stationen im Juni 1967.



Tafel 27: Tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen
kalifornischer Stationen im Juli 1967.



Tafel 2: Tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen kalifornischer Stationen im August 1967.

KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER NIEDERSCHLAGSHÖHEN

FÜR DEN ZEITRAUM 1951-1960

(Jahr und Januar bis Dezember)



Tafel 29: Jahressumme der Niederschlagshöhen in mm.



Januar

Tafel 30: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.



SOBRAL

Tafel 74: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.



März

Tafel 32: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.



April

Tafel 33: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.



Mai

Tafel 34: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.
(T: sehr geringer Niederschlag.)



Tafel 35: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.
(T: sehr geringer Niederschlag.)



Juli

Tafel 36: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.
(T: sehr geringer Niederschlag.)



Tafel 37: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.
(T: sehr geringer Niederschlag.)



September

Tafel 38: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.
(T: sehr geringer Niederschlag.)



Oktober

Tafel 59: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.



November



Dezember

Tafel 41: Mittlere monatliche Niederschlagshöhen in mm.

KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER ZAHL DER NIEDER-
SCHLAGSTAGE MIT MINDESTENS 2,5 mm NIEDERSCHLAG

FÜR DEN ZEITRAUM 1954-1960

(Jahr und Januar bis Dezember)

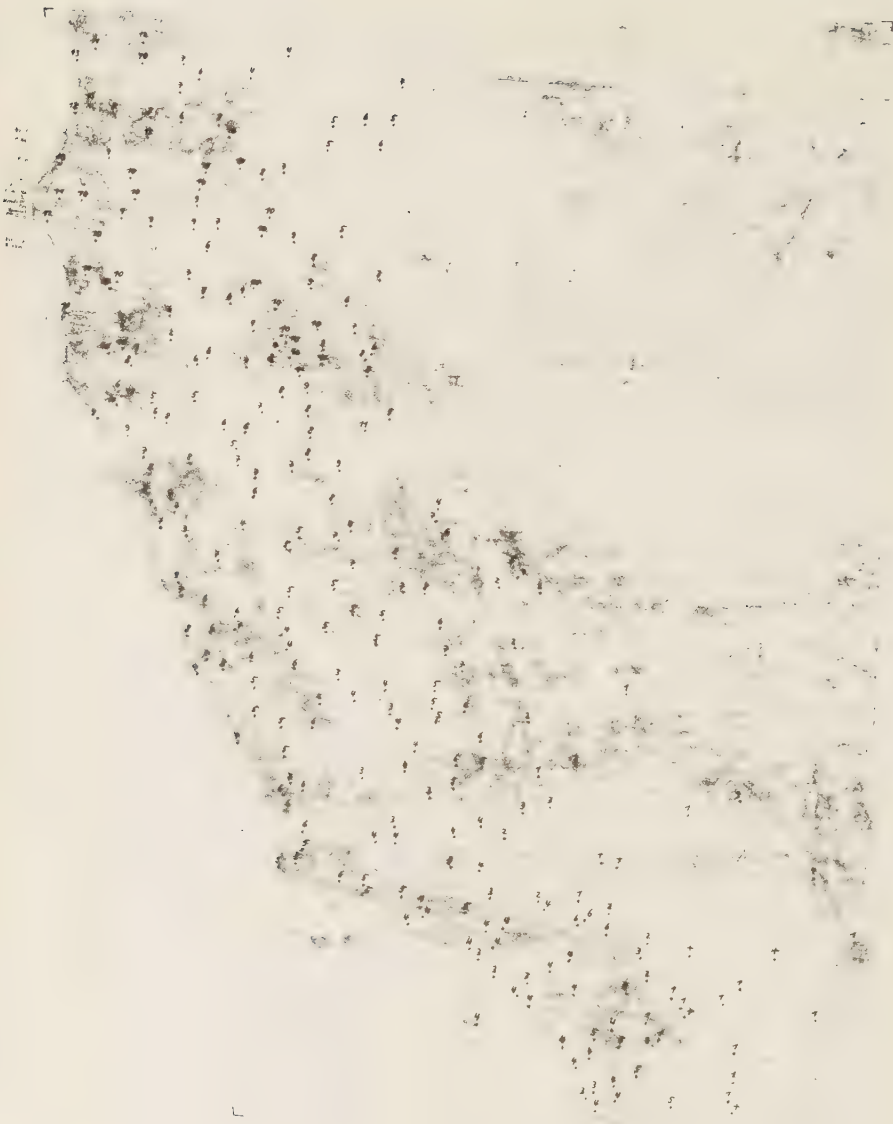


Tafel 42: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag.



Januar

Tafel 43: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Februar

Tafel 44: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



März

Tafel 45: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



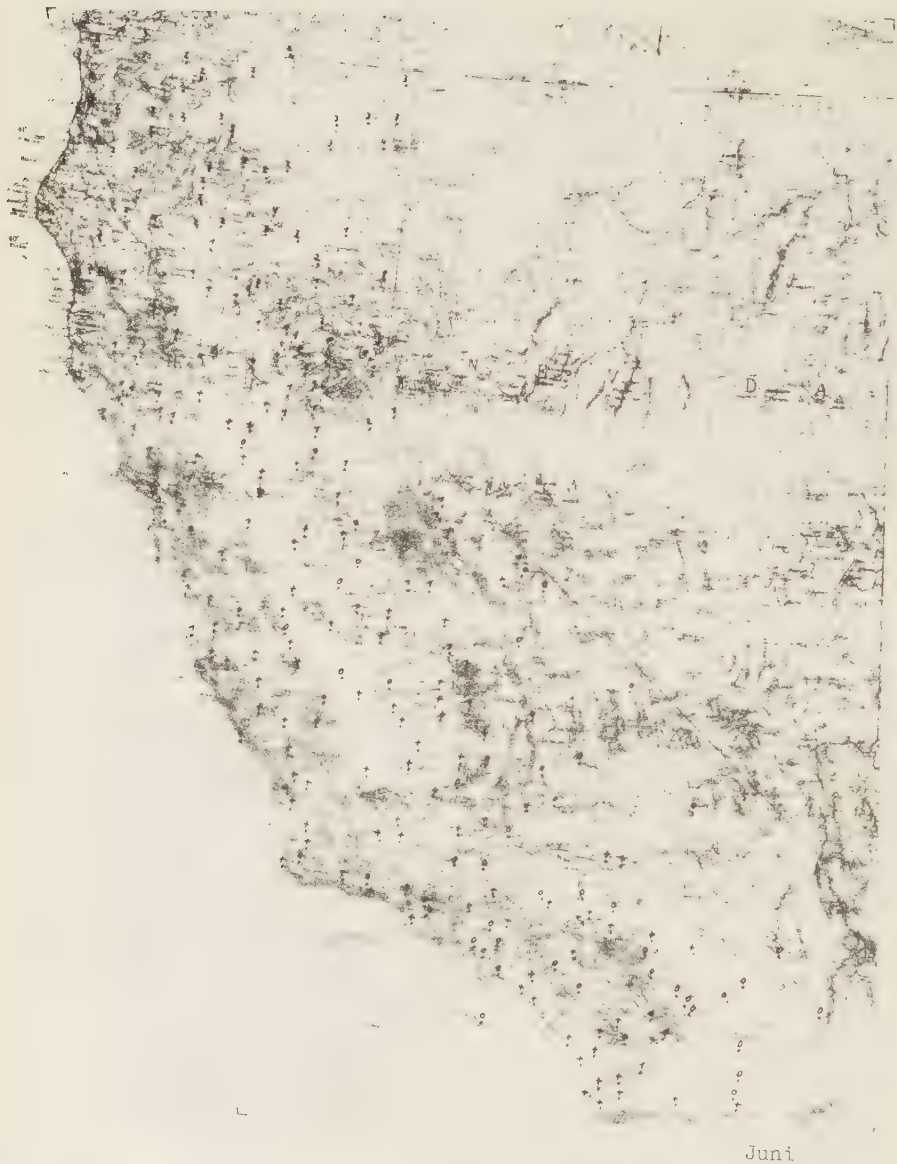
April

Tafel 46: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Mai

Tafel 47: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Tafel 48: Mittlere Zahl der Niederschlags-tage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Juli

Tafel 49: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)

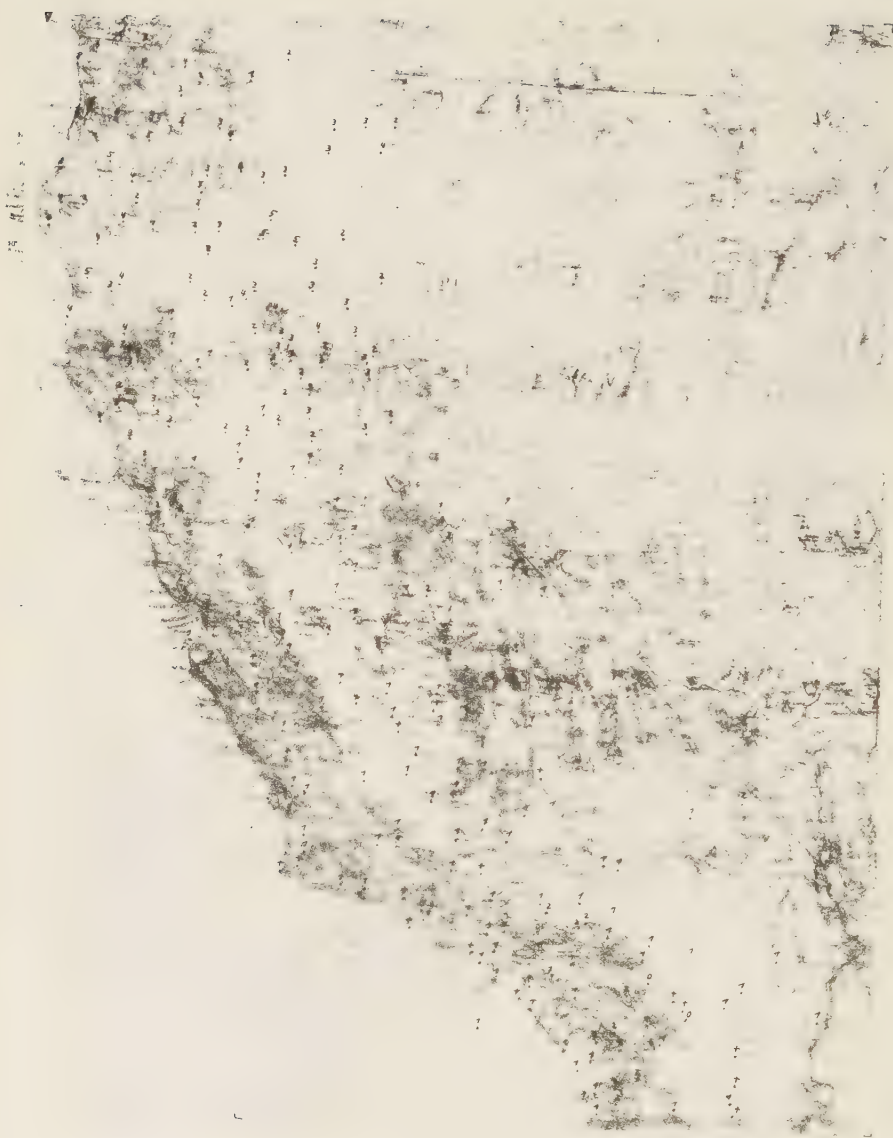


Tafel 50: Mittlere Zahl der Niederschlagsstare mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



September

Tafel 51: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Oktober

Panel 52: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



November

Tafel 53: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 2.5 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)

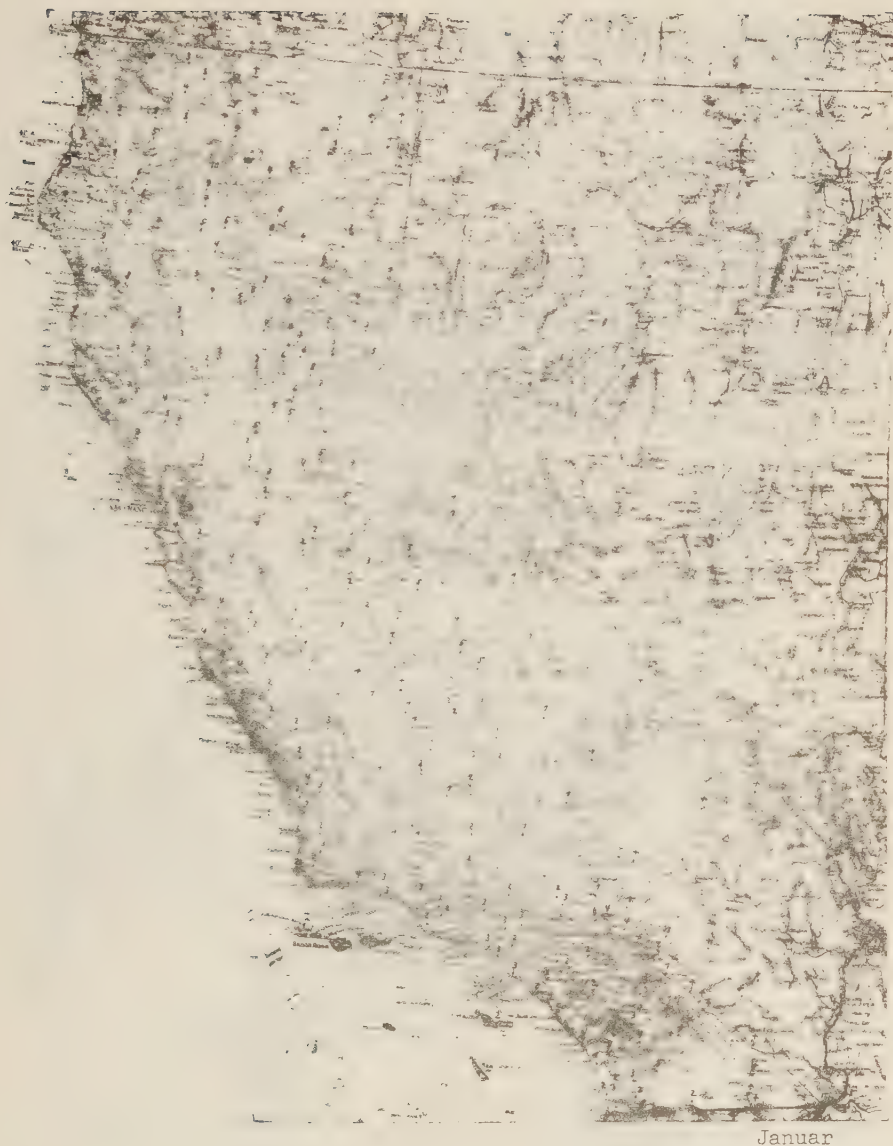


Tafel 11: Mittlere Zahl der Individuen pro Stelle mit mindestens
2,5 mm Niederschlag. (Einmal als 0, wenn er als 0,1 be-
ge.)

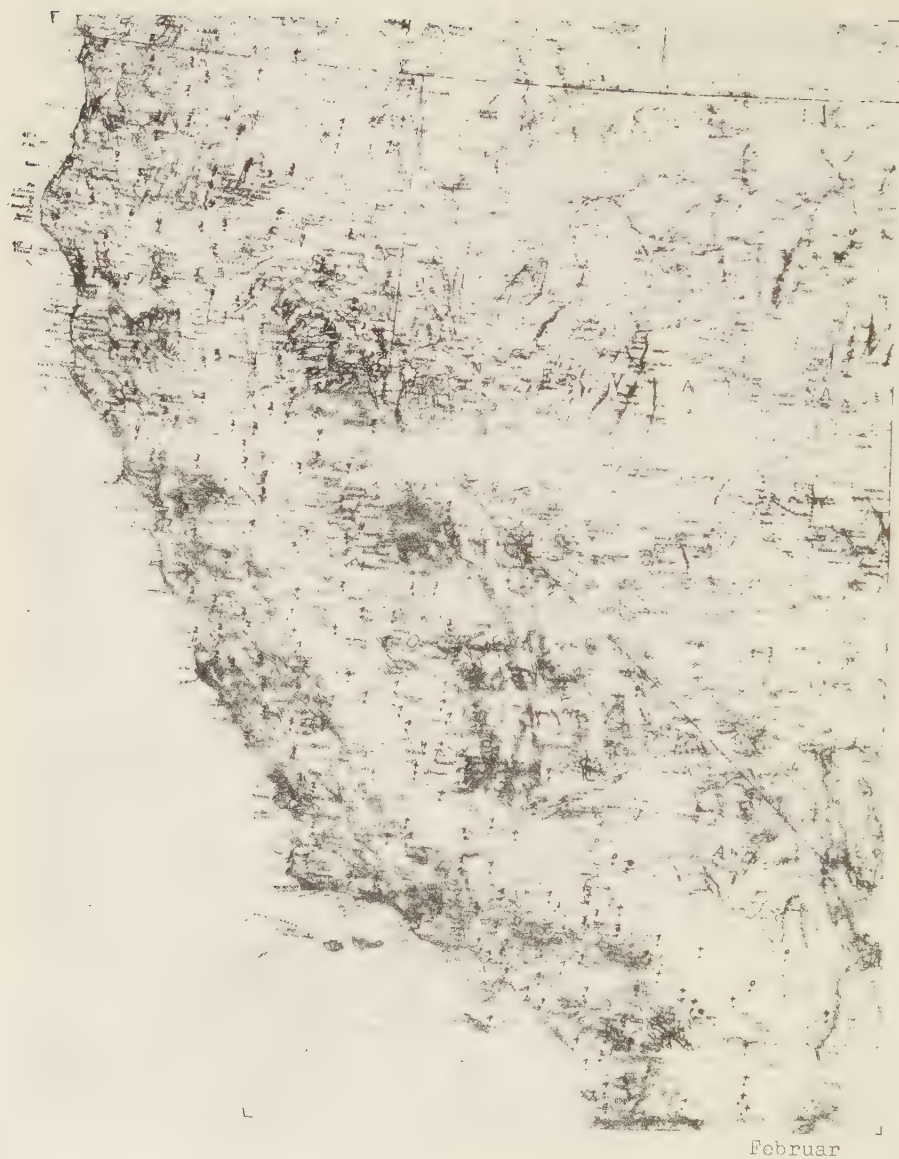
KLIMATOLOGISCHE KARTEN DER ZAHL DER NIEDERSCHLAGSTAGE
MIT MINDESTENS 12,7 mm NIEDERSCHLAG
FÜR DEN ZEITRAUM 1951-1960
(Jahr und Januar bis Dezember)



Tafel 55: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens
12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage



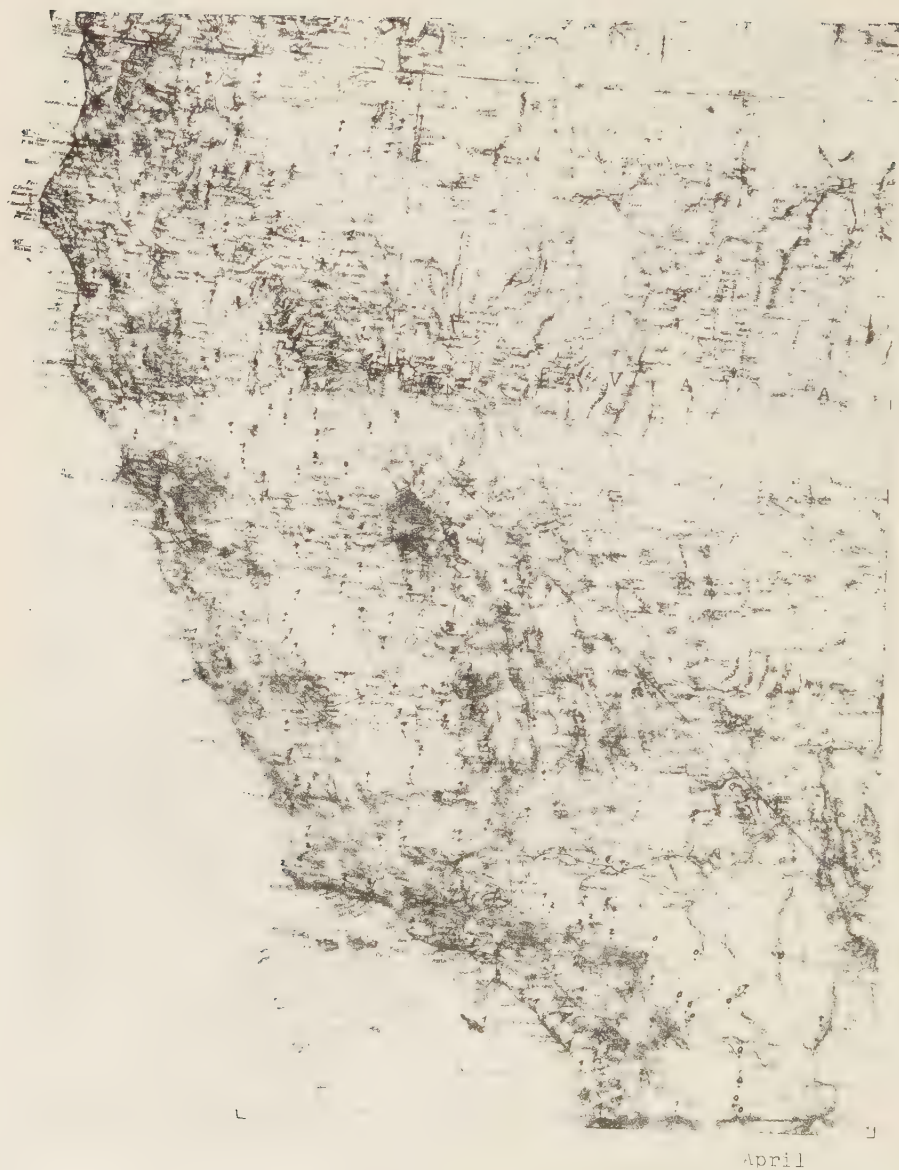
Tafel 56: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



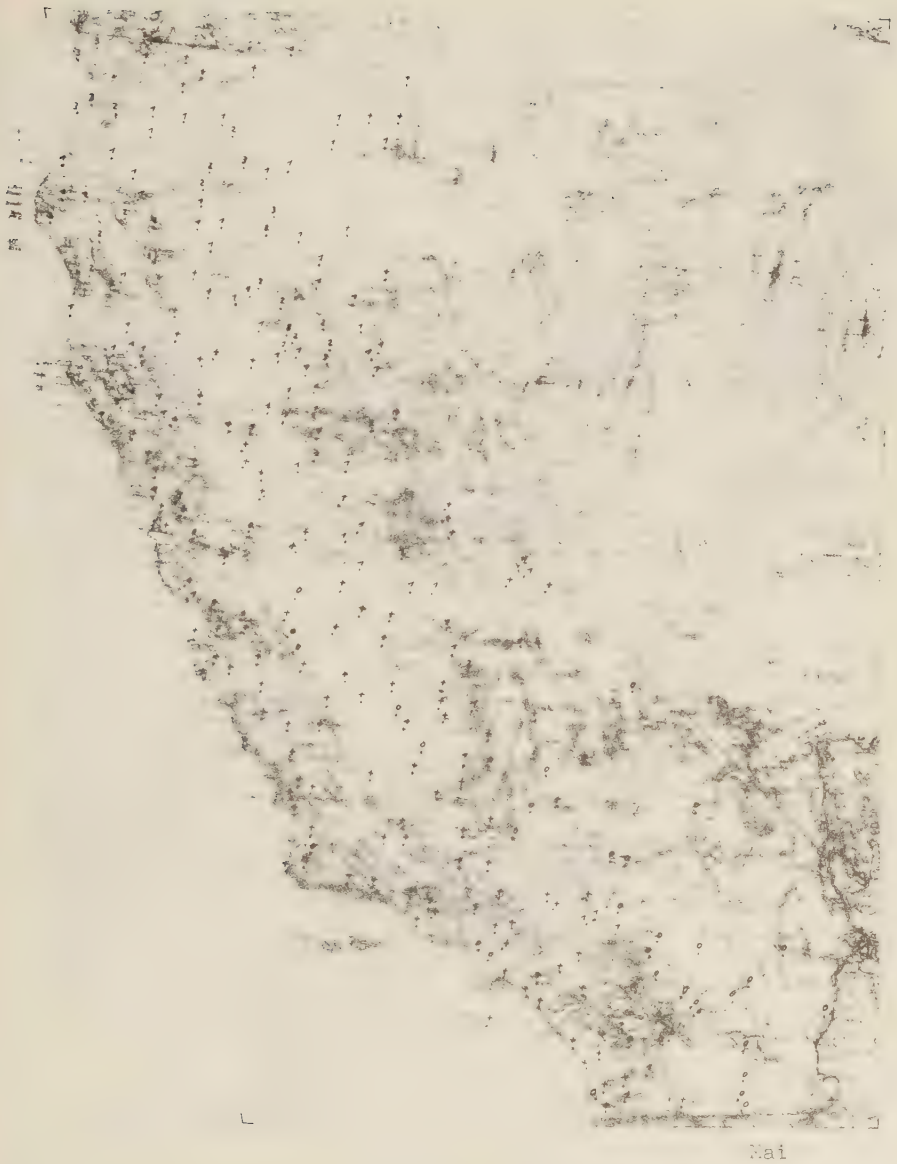
Tafel 57: Mittlere Zahl der Niederschlagsstationen mit einem oder mehr
12.7 mm Niederschlag. (mehr als 0, weniger als 0.5 Tage.)



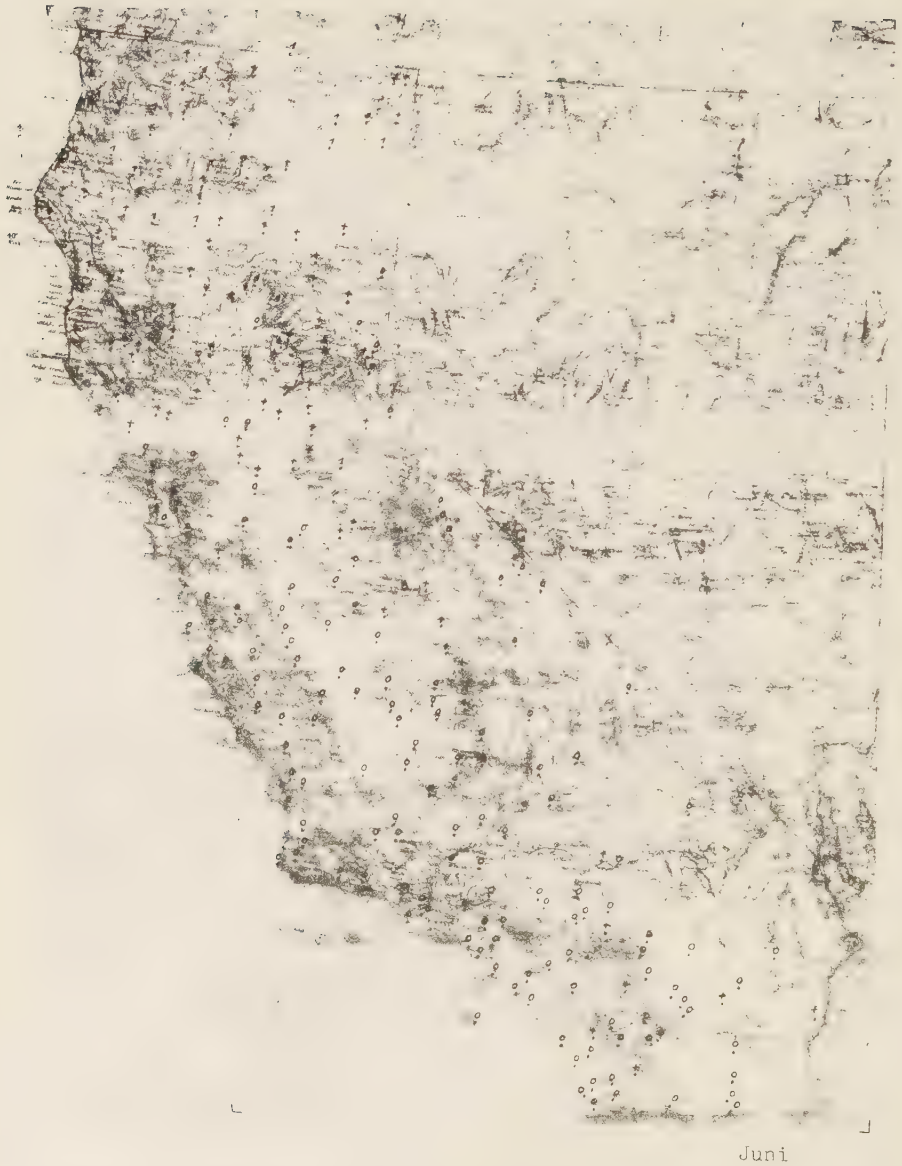
Tafel 58: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Tafel 59: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Tafel 60: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)

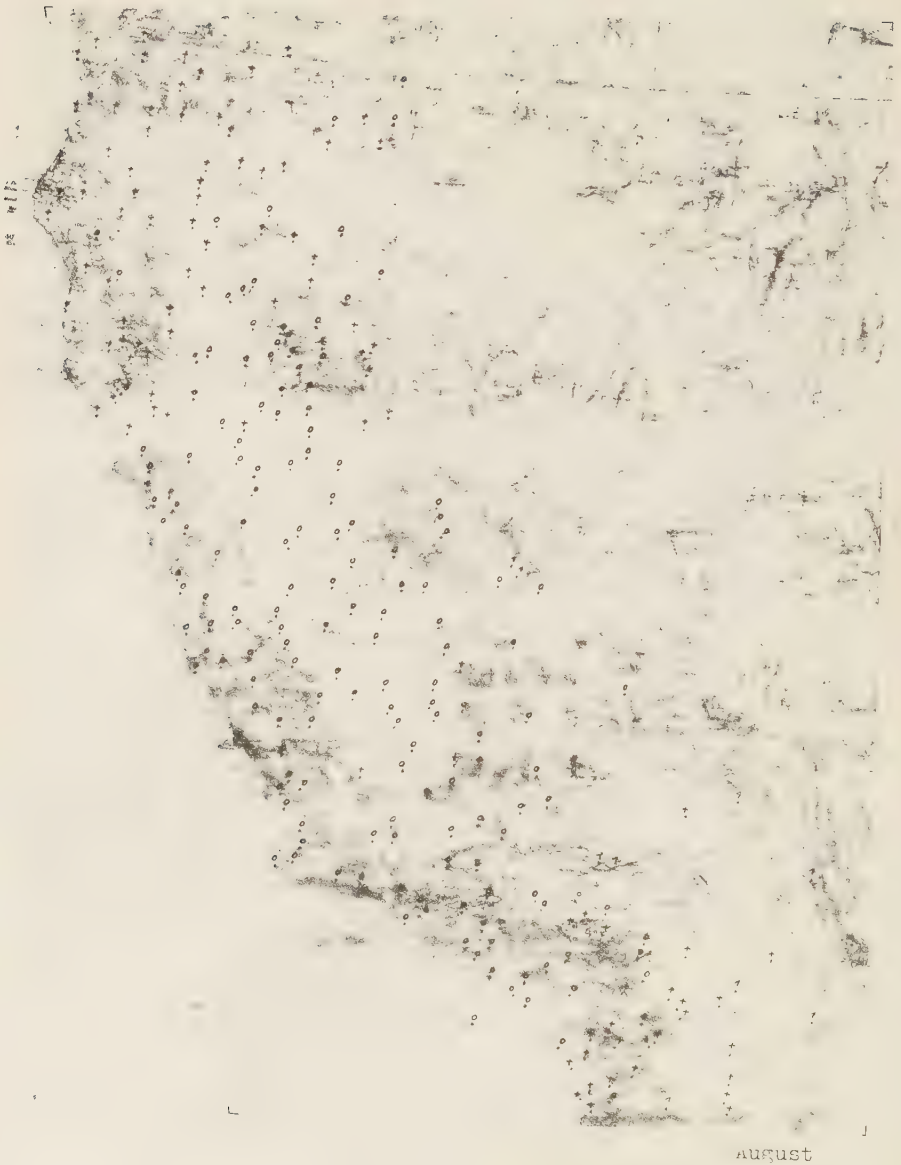


Tafel 61: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Juli

Tafel 62: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



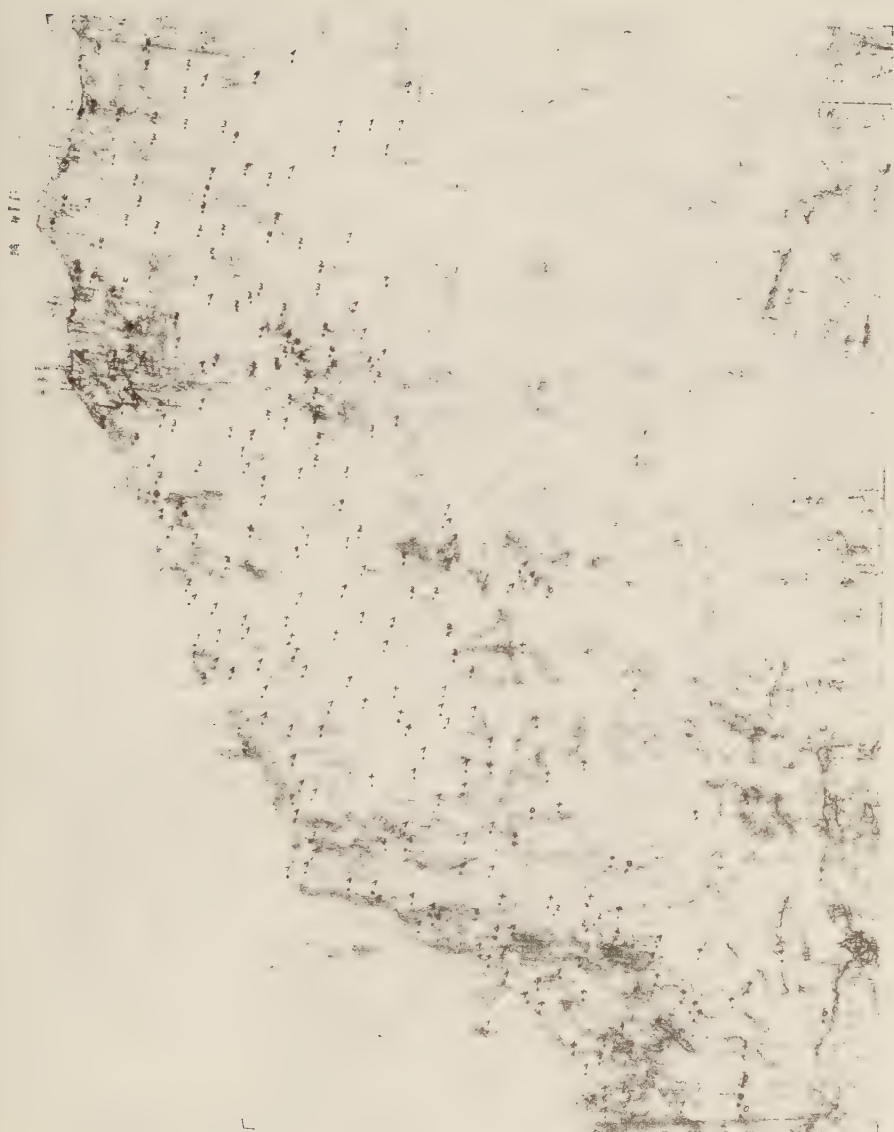
Tafel 63: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Tafel 64: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens
12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5
Se.)

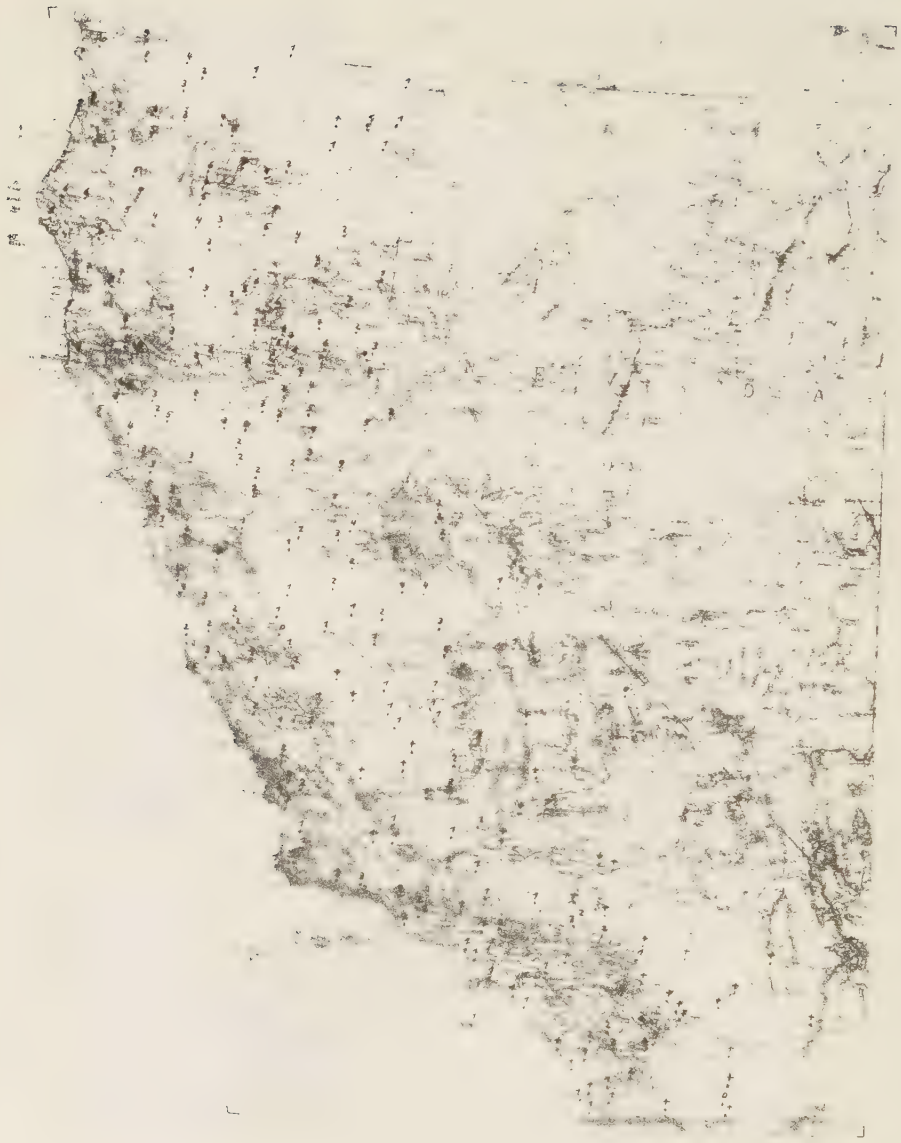


Tafel 65: Mittlere Zahl der Niederschlagsstationen mit mindestens
1 mm Niederschlag. (+: mehr als 0, weniger als 0.5 Sta-
te.)



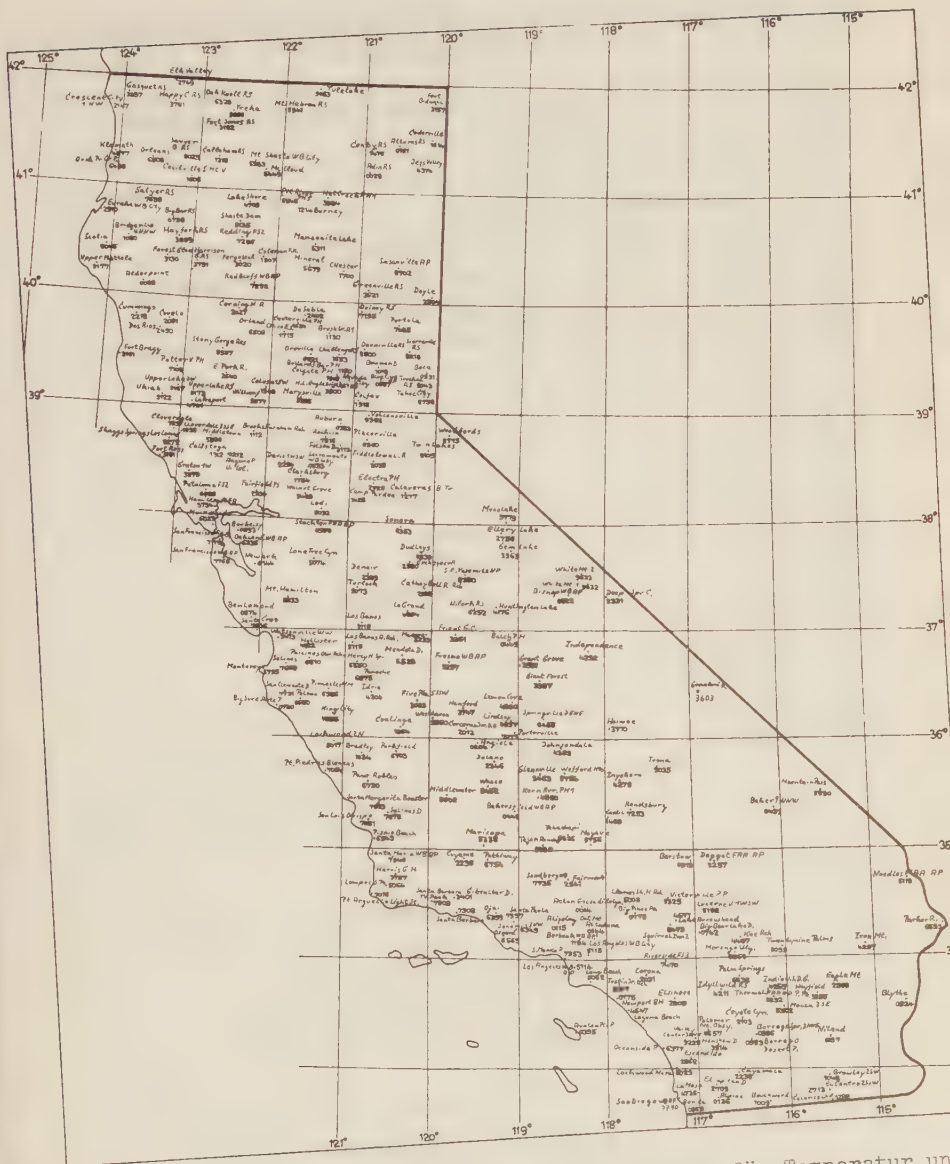
November

Tafel 66: Mittlere Zahl der Niederschlagstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Dezember

Tafel 67: Mittlere Zahl der Niederschlagsstage mit mindestens 12.7 mm Niederschlag. (+:mehr als 0,weniger als 0.5 Tage.)



Tafel 68: Kalifornische Beobachtungsstationen für Temperatur und Niederschlag. Nach (53).

STATIONEN, DEREN REGISTRIERUNGEN IN DER PERIODE 1951-1960 UNREGELMÄSSIG ERFOLGTEN

Die mit einem Stern (*) gekennzeichneten Beobachtungsstationen haben lediglich den Niederschlag gemessen.

Stationsnummer/Station/Fehlende Angaben

0136*	Alpine	: Jan.-Sept. 1953-60, Okt.-Dez. 1952-60
0437*	Baker	: Jan.-Okt. 1954-60, Nov.-Dez. 1953-60
1034*	Bradley	: Jan.-Nov. 1951-59
1080*	Bridgeville	: Jan.-Mai 1955-60, Jun.-Dez. 1954-60
1606*	Cecilville Sawyer Mt. VI	: Jan.-Sept. 1955-60, Okt.-Dez. 1954-60
1614	Cedarville	: Jan.-Apr. 1957, Aug.-Dez. 1956
1837*	Cloverdale	: Jan.-Okt. 1951-55, Nov.-Dez. 1951-54
1838*	Cloverdale	: Jan.-Okt. 1956-60, Nov.-Dez. 1955-60
2389	Denair	: Jan. 1952-60
2490*	Dos Rios	: Jan.-Jul. 1957
2504*	Doyle	: Jan.-Jun. 1951-56, Jul.-Dez. 1951-55
2756*	Ellery Lake	: Jan.-Dez. 1955-60
3020*	Ferguson Ranch	: Jan.-Dez. 1952-60
3083*	Five Points	: Jan.-Apr. 1956
3113*	Folsom Dam	: Jan.-Okt. 1956-60, Nov.-Dez. 1955-60
3130*	Forest Glen	: Jan. 1955, 1956, Feb.-März 1951, 1955, 1956, Apr.-Mai 1955, 1956, Jun. 1951, 1955, Jul. 1951, 1955, 1956, Aug.-Okt. 1951, 1956, Nov. 1951, 1955, Dez. 1955
3369*	Gem Lake	: 1955-60
3401*	Gibraltar Dam	: Jan.-Febr. 1951-59, März-Dez. 1951-58
3463	Glennville	: Jan.-Jun. 1952-60
3787*	Harris Gaging Station	: Jan.-Okt. 1955-60, Nov.-Dez. 1954-60
4389*	Johnsondale	: Jan.-Nov. 1955-60, Dez. 1954-60
4467*	Kee Ranch	: März-Aug. 1954, Sept. 1952, 1954, Okt. 1954, Dez. 1952
4884	Le Grand	: Mai-Nov. 1951
5795	Monterey	: März-Mai 1951
5890*	Mountain Pass	: Jan.-Febr. 1956-60, März-Dez. 1955-60
5941	Mount Hebron RS	: Jan.-Jul. 1952-60
6377	Oceanside Pendleton	: 1953-60
6521*	Oroville	: Jan.-Apr. 1954-60, Mai-Dez. 1953-60
6960	Placerville	: Jan. 1952
7109*	Potter Valley PH	: Dez. 1954

Stationsnummer/Station/Fehlende Angaben

7669*	Salinas FAA AP	: Mai-Dez.1959
7909*	Santa Barbara	: 1954-60
	TV Peak	
8349*	Somis	: 1956-60
8455*	Springfield	: Jan.-Sept.1954-60,Okt.-Dez.1953-60
9382*	Volcanoville	: Jan.-Okt.1954-60,Nov.-Dez.1953-60
9428*	Walnut Grove	: Jan.-Febr.1954-60,März-Dez.1953-60
9632*	White Mt.1	: Jan.-Sept.1956-60,Okt.-Dez.1955-60
9633*	White Mt.2	: Jan.-Sept.1956-60,Okt.-Dez.1955-60
9677*	Williams	: Jan.-Sept.1953-60,Okt.-Dez.1952-60

Die mit einem Stern (*) gekennzeichneten Beobachtungsstationen haben lediglich den Niederschlag gemessen. Den Stationsnamen können die folgenden Abkürzungen zur näheren Bestimmung angehängt sein: AFB=Air Force Base, AP=Air Port, FAA=Flight Advisory Weather Service and Aviation Forecast Center, FC=Forecast Center, FS=Fire Station, PH=Power House, RS=Ranger Station, WB=Weather Base.

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
0014*	Acton Escondido Canyon	890
0029*	Adin RS	1278
0088	Alderpoint	133
0115*	Aliso Canyon Oat Mt.FC	721
0136*	Alpine	529
0144*	Altadena	343
0161	Alturas RS	1330
0204*	Angiola	63
0212	Angwin Pacific Union Col.	553
0383	Auburn	395
0395	Avalon Pleasure Pier	0
0437*	Baker	320
0442	Bakersfield WB AP	151
0449*	Balch PH	524
0519	Barstow	653
0674	Ben Lomond	154
0693	Berkeley	76
0738	Big Bar RS	388
0742*	Big Bear Lake Dam	2077
0779*	Big Pines Park FC 83 B	2090
0790*	Big Sur State Park	72
0822	Bishop WB AP	1252
0897	Blue Canyon WB AP	1609
0924	Blythe	81
0931	Boca	1686
0968	Bonita	32
0983*	Borrego Desert Park	227
0986	Borrego Springs	191
1009*	Boulevard	1021
1018	Bowman Dam	1630
1034*	Bradley	165

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
1048	Brawley	-31
1080*	Bridgeville	625
1112*	Brooks Farnham Ranch	107
1130*	Brush Creek RS	1085
1180*	Bullards Bar PH	549
1194	Burbank WB AP	213
1214	Burney	953
1277	Calaveras Big Trees	1431
1288*	Calxico	4
1312*	Calistoga	111
1316*	Callahan RS	956
1428	Camp Pardee	201
1476*	Canby RS	1314
1488*	Cantil	613
1588*	Cathay Bull Run Ranch	434
1606*	Cecilville Sawyer Mt. VI	914
1614	Cedarville	1423
1624	Centerville PH	159
1653	Challenge RS	785
1700*	Chester	1379
1715	Chico Experiment Station	63
1784	Clarksburg	4
1837*	Cloverdale	104
1838*	Cloverdale	98
1864	Coalinga	205
1907*	Coleman Fish Hatchery	128
1912	Colfax	737
1916*	Colgate PH	178
1948	Colusa	18
2012	Corcoran Irrig. Dist. 0.	61
2027*	Corning Houghton Ranch	148
2031	Corona	216
2081	Covelo	422
2103*	Coyote Canyon	701
2147	Crescent City	14
2218*	Cummings	386
2236	Cuyama	682
2239	Cuyamaca	1417
2257	Daggett FAA AP	586
2294	Davis	16

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
2331	Deep Springs College	1593
2346*	Delano	99
2389	Denair	38
2402	De Sabla	827
2490*	Dos Rios	283
2500	Downieville RS	882
2504*	Doyle	1300
2539	Dudleys	914
2598	Eagle Mountain	297
2640	East Park Reservoir	367
2709	El Capitan Dam	183
2713	El Centro	-9
2728	Electra PH	221
2749	Elk Valley	522
2756*	Ellery Lake	2926
2805	Elsinore	392
2862	Escondido	201
2910	Eureka WB City	18
2920*	Exchequer Reservoir	148
2934	Fairfield Police Station	6
2941	Fairmont	932
3020*	Ferguson Ranch	244
3038*	Fiddletown Lynch Ranch	640
3083*	Five Points	87
3113*	Folsom Dam	107
3130*	Forest Glen	59
3157	Fort Bidwell	1371
3161	Fort Bragg	24
3182	Fort Jones RS	829
3191	Fort Ross	35
3257	Fresno WB AP	101
3261	Friant Government Camp	125
3357*	Gasquet RS	114
3369*	Gem Lake	2734
3397	Giant Forest	1938
3401*	Gibraltar Dam	381
3463	Glennville	957
3551	Grant Grove	2005
3578	Graton	64

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
3603	Greenland Ranch	-54
3621*	Greenville RS	1085
3710	Haiwee	1167
3734	Hamilton AFB	1
3747	Hanford	74
3761	Happy Camp RS	332
3787*	Harris Gaging Station	98
3791*	Harrison Gulch RS	825
3800*	Harry L. Englebright Dam	177
3824	Hot Creek PH 1	919
3855	Hayfield Pumping Plant	417
3859*	Hayfork RS	713
3914	Henshaw Dam	822
4022	Hollister	868
4176	Huntington Lake	2139
4204	Idria	807
4211*	Idyllwild RS	1645
4232*	Independence	1203
4259	Indio U.S. Date Garden	3
4278	Inyokern	743
4297	Iron Mountain	281
4374	Jess Valley	1615
4389*	Johnsondale	1426
4467*	Kee Ranch	1318
4520	Kern River PH 1	296
4555	King City	98
4577	Klamath	8
4647	Laguna Beach	11
4671	Lake Arrowhead	1586
4701	Lakeport	409
4709	Lakeshore	328
4735	La Mesa	161
4884	Le Grand	78
4890	Lemon Cove	156
4957	Lindsay	120
5002	Llano Shawnee Hills Ranch	1164
5017*	Lockwood	336
5023*	Lockwood Mesa	61
5032	Lodi	12

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
5064	Lompoc Sewage Plant	22
5074*	Lone Tree Canyon	128
5082	Long Beach	10
5114	Los Angeles WB AP	30
5115	Los Angeles WB City	95
5118	Los Banos	38
5119*	Los Banos Arburua Ranch	262
5182	Lucerne Valley	919
5233	Madera	82
5311	Manzanita Lake	1783
5338	Maricopa	207
5385	Marysville	20
5449	McCloud	1005
5502	Mecca	-53
5528*	Mendota Dam	51
5550*	Mercey Hot Springs	356
5598*	Middletown	341
5602	Middlewater	245
5679	Mineral	1496
5756*	Mojave	835
5779	Mono Lake	1987
5795	Monterey	102
5863*	Morongo Valley	786
5890*	Mountain Pass	1423
5933	Mount Hamilton	1283
5941	Mount Hebron RS	1295
5983	Mount Shasta WB City	1093
6027*	Muir Woods	52
6118	Needles FAA AP	278
6136	Nevada City	793
6144*	Newark	4
6175	Newport Beach Harbour	2
6197*	Niland	-17
6252*	North Fork RS	801
6328*	Oak Knoll RS	597
6335	Oakland WB AP	1
6377	Oceanside Pendleton	18
6399	Ojai	229
6498	Orick Prairie Creek Park	49

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
6506	Orland	75
6508	Orleans	123
6521*	Oroville	52
6569	Oxnard	14
6610*	Palcines Ohrwall Ranch	290
6635	Palm Springs	125
6650	Paloma	560
6657	Palomar Mountain Obsy.	1691
6675*	Panoche	387
6699	Parker Reservoir	225
6703*	Parkfield	451
6730	Paso Robles	213
6754*	Pattiwai	1179
6826	Petaluma FS 2	5
6926	Pinnacles Nat. Monument	40
6943	Pismo Beach	24
6946*	Pit River PH 5	445
6960	Placerville	576
7016*	Point Arguello Light Station	22
7024	Pt. Piedras Blancas	6
7077*	Porterville	120
7085	Portola	1475
7109*	Potter Valley PH	307
7195	Quincy RS	1039
7253	Randsburg	1076
7292	Red Bluff WB AP	104
7296	Redding FS 2	176
7470	Riverside FS 3	250
7516	Rocklin	73
7633	Sacramento WB City	7
7669*	Salinas FAA AP	23
7672*	Salinas Dam	420
7698*	Salyer RS	190
7731*	San Clemente Dam	183
7735	Sandberg WB	1377
7740	San Diego WB AP	6
7769	San Franzisko WB AP	2
7772	San Franzisko Fed. O. Bldg.	16
7851	San Luis Obispo Poly.	91

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
7902	Santa Barbara	31
7909*	Santa Barbara TV Peak	1219
7916	Santa Cruz	38
7933*	Santa Margarita Booster	335
7946	Santa Maria WB AP	73
7953	Santa Monica Pier	5
7957	Santa Paula	80
8025*	Sawyers Bar RS	661
8045	Scotia	42
8135	Shasta Dam	329
8218	Sierraville RS	1517
8272*	Skaggs Springs Las Lomas	588
8349*	Somis	156
8353	Sonora	558
8380	S.Entr.Yosemite Nat.P.	1561
8455*	Springville	753
8479	Squirrel Inn 2	1731
8558	Stockton FAA AP	7
8587	Stony Gorge Reservoir	244
8702	Susanville AP	1264
8758	Tahoe City	1898
8826	Tehachapi	1213
8839	Tejon Rancho	435
8892	Thermal FAA AP	-37
9035	Trona	518
9043	Truckee RS	1823
9053	Tulelake	1231
9073*	Turlock	32
9087	Tustin Irvine Ranch	36
9099	Twentynine Palms	603
9105	Twin Lakes	2386
9122	Ukiah	190
9167*	Upper Lake	463
9173*	Upper Lake RS	411
9177*	Upper Mattole	78
9228*	Valley Center	493
9325	Victorville Pumping Plant	871
9382*	Volcanoville	926
9428*	Walnut Grove	7
9452	Wasco	102

<u>Stationsnummer</u>	<u>Name der Station</u>	<u>Höhe [m]</u>
9473	Watsonville Water Works	29
9560*	Westhaven	87
9632*	White Mountain 1	311
9633*	White Mountain 2	380
9677*	Williams	26
9754*	Wofford Heights	823
9775	Woodfords	1728
9866	Yreka	801

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ABKÜRZUNGEN

Arch. dt. Seewarte	Aus dem Archiv der deutschen Seewarte, Hamburg
Ark. Mat. Astr. Fys.	Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik, Stockholm
B. A. M. S.	Bulletin of the American Meteorological Society, Boston
G. B. z. G.	Gerlands Beiträge zur Geophysik, Leipzig
Geogr. Rev.	The Geographical Review, New York
Inst. Met. Geophys.	Institut für Meteorologie und Geophysik der Freien Universität Berlin
J. o. M.	The Journal of Meteorology, Lancaster
met. Abh. Inst. Met. Geophys.	Meteorologische Abhandlungen, Institut für Meteorologie und Geophysik der Freien Universität Berlin
M. W. R.	Monthly Weather Review, Washington D. C.
M. Z.	Meteorologische Zeitschrift, Braunschweig
Univ. Calif. Publ. Geog.	University of California Publications in Geography, Berkeley

1. Andel, van T. H.	Univ. of California. The Encyclopedia of Oceanography, Vol. I, S. 312-315, New York, 1966
2. Bailey, H. P.	The Climate of Southern California. Berkeley, Los Angeles: Univ. of Calif. Press 1966

3. Baur, F. Einführung in die Großwetterkunde.
Wiesbaden: Diederich 1948
4. Baur, F.,
Hess, P. u.
Nagel, H. Kalender der Großwetterlagen
Europas 1881-1939.
Bad Homburg, 1944
5. Bergeron, T. Richtlinien einer dynamischen
Klimatologie.
M.Z., Bd.47, S.246-262, 1930
6. Blüthgen, J. Allgemeine Klimageographie.
2. Aufl. Berlin: Walter de
Gruyter & Co. 1966
7. Brooks, C.F. Weather Notes: The Santa Ana.
B.A.M.S., Vol.15, No.5,
S.136, 1934
8. Budyko, M.I. The Heat Balance of the
Earth's Surface.
Washington D.C.: U.S. Weather
Bureau 1958
9. Court, R. u.
Gerston, R.D. Fog Frequency in the United
States.
Geogr.Rev., Vol.56, S.543-550,
1966
10. Deckert, E. Allgemeine Länderkunde: Nord-
amerika.
Leipzig: Bibliographisches
Institut 1924
11. Defant, A. u.
Defant, F. Physikalische Dynamik der
Atmosphäre.
Frankfurt a.M.: Akademische
Verlagsgesellschaft 1958
12. Dickson, R.R. The Weather and Circulation of
July 1967.
M.W.R., Vol.95, S.700-704,
1967
13. Diercke Weltatlas 102. Aufl. (14. Auflage der
Neubearbeitung)
Braunschweig usw.: Georg
Westermann Verlag 1957
14. Dietrich, G. Allgemeine Meereskunde.
Berlin: Borntraeger 1957

15. Dietrich, G. Ozeanographie.
Braunschweig: Georg Westermann
Verlag 1959
16. Dietrich, G. Zirkulation der Ozeane.
Das Fischer Lexikon, Geophysik.
Frankfurt a.M.: Fischer Bücherei
1960
17. Dines, E. Luftkörper-Klimatologie.
Arch.dt.Seewarte, Bd. 50, Nr.6,
1930
18. Durst, C.S. Climate - The Synthesis of
Weather.
Compendium of Meteorology,
S.967-975, Boston, 1951
19. Edinger, J. Changes in the Depth of the
Marine Layer over the Los
Angeles Basin. J.o.M., Vol.16,
S.219-226, 1959
20. Ekman, V.W. Eddy-Viscosity and Skin-Friction
in the Dynamics of Winds and
Ocean Currents.
Mem.Roy.Meteor.Soc., Nr.20, 1928
21. Ekman, V.W. On the Influence of the Earth's
Rotation on Ocean Currents.
Ark.Mat.Astr.Fys., Nr.11, S.1-
52, 1905
22. Felton, E.L. California's many climates.
Palo Alto, Calif.: Pacific
Books Publishers 1965
23. Flohn, H. Witterung und Klima in Deutsch-
land.
Leipzig: S.Hirzel 1942
24. Gilliam, H. Weather of the San Francisco
Bay Region, 2.print. Berkeley,
Los Angeles: Univ. of Calif.
Press 1966
25. Green, C.R. u. Arizona Climate.
Sellers, W.D. Tuscon: The Univ. Press 1964
26. Hann, J. Handbuch der Klimatologie.
Stuttgart: Engelhorn 1908-11

27. Hann, J. Wüstenklima von Kalifornien. M.Z. X, S.19-23, 1893
28. Hendl, M. Einführung in die physikalische Klimatologie. Bd.II, Systematische Klimatologie. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1963
29. Hensel, H. Die Schichtung der unteren Troposphäre aus Satellitenaufnahmen. Inst.Met.Geophys., Berliner Wetterkarte, Beilage 115/71 SO 35/71, 1971
30. Hess, P. u. Brezowsky, H. Katalog der Großwetterlagen Europas. 2. neu bearb. u. erg. Auflage. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 113 (Bd.15), Offenbach a.M., 1969
31. Hoffmann, G. Die mittleren jährlichen und absoluten Extremtemperaturen der Erde. Ihr Bezug auf Erdoberfläche und Bevölkerung. Teil I Text, Teil II (Beilage) Ergebnisse, Met.Abh. Inst.Met.Geophys., Bd. VIII, Heft 3, 1960
32. Inst.Met.Geophys. Tägliche und mittlere Boden- und 300-mb-Karten der Nordhemisphäre im Jahre 1965. Januar-Dezember. Met.Abh. Inst.Met.Geophys., Bd. LIV, Heft 1-12, 1965

Tägliche Höhenkarten der 850-mb-Fläche sowie monatliche Mittelkarten für März-Dezember 1965. Met.Abh.Inst.Met. Geophys., Bd. LIX, Heft 1-3, 1965

Tägliche und mittlere Boden- und 300-mb-Karten der Nordhemisphäre im Jahre 1966. Januar-Dezember. Met.Abh.Inst. Met.Geophys., Bd.LXIV, Heft 1-12, 1966/67

Tägliche und mittlere Boden- und 850 mb-Karten der Nordhemisphäre im Jahre 1967. Januar-Dezember. Met.Abh.Inst.Met.Geophys., Bd. LXXIX, Heft 1-12, 1967/68

- Tägliche Boden- und 850 mb-Karten der Nordhemisphäre im Jahre 1968. Met.Abh.Inst.Met. Geophys. Bd. XCIII, Teil I-IV, 1.-4. Vierteljahr, 1968/69
33. Jacobs, I. 5- bzw. 40 jährige Monatsmittel der absoluten Topographien der 1000 mb-, 850 mb-, 500 mb- und 300 mb Flächen sowie der relativen Topographien 500/1000 mb und 300/500 mb über der Nordhemisphäre und ihre monatlichen Änderungen. Met.Abh.Inst.Met.Geophys., Bd. IV, Heft 2, Folge 2, 1950
34. Jacobs, W. Synoptic Climatology. B.A.M.S., Vol.27, S.306-311, 1946
35. Kendrew, W.G. The climate of the continents. 4. Aufl. Oxford: Clarendon Pr. 1953
36. Krick, I.P. Foehn Winds of Southern California, G.B.z.G., Vol.39, S.399-407, 1952
37. La Foud, E.C. Upwelling. The Encyclopedia of Oceanography, Vol.I, S.957-959, New York, 1966
38. Landsberg, H.E. Airmass Climatology for Central Pennsylvania. G.B.z.G., Bd. 51, S.278-285, 1937
39. Landsberg, H.E. Applied Climatology. Compendium of Meteorology. Boston: American Meteorological Society 1951
40. Landsberg, H.E. Physical Climatology. 2.ed. Dubois, Pa.: Gray Printing Co. 1958
41. Landsberg, H.E. Trends in climatology. Science 128, S.749-758, 1958

42. Landsberg, H.,
Lippmann, H.,
Faffen, K.H. u.
Troll, C.
World Maps of Climatology.
2.ed. Berlin: Springer Ver-
lag 1965
43. Lu, A.
The Winter Frontology of
China. B.A.M.S., Vol.26,
S.309-314, 1945
44. Mac Adie, A.
Climatology of California.
Washington, D.C.: U.S. Weather
Bureau Bulletin L, 1903
45. Reid, J.L.
California Current.
The Encyclopedia of
Oceanography, Vol.I, S.154-
157, New York, 1966
46. Sapper, K.
Klimakunde von Mittelamerika.
Handbuch der Klimatologie
(köppen-Geiger), Bd.II, Teil H.
Berlin: Bornträger 1932
47. Scherhag, R.
Bemerkungen zur Welt-Wetter-
lage im Januar 1969.
Inst.Met.Geophys., Berliner
Wetterkarte, Beilage 36/69
KW I/69, 1969
48. Scherhag, R.
Einführung in die Klimatologie.
Braunschweig: Georg Westermann-
Verlag 1960
49. Scherhag, R.
Die Kaltwasser-Dürren.
Inst.Met.Geophys., Berliner
Wetterkarte, Beilage 40/61
SO 23/61, 1961
50. Scherhag, R.
Klimatologische Karten der
Nordhemisphäre.
Met.Abh.Inst.Met.Geophys.,
Bd. 100 (=C), Heft 1, 1969
51. Scherhag, R.
Neue Methoden der Wetterana-
lyse und Wetterprognose.
Berlin, Göttingen, Heidelberg:
Springer-Verlag 1948
52. Schott, G.
Geographie des Indischen- und
Stillen Ozeans.
Hamburg: Boysen 1935

53. Schott, G. Die Gewässer der Bucht von San Franzisko.
Die Naturwissenschaften, III. Jahrg., S.225-230, 1915
54. Schroeder, M.J. Maritime Air Invasion of the Pacific Coast. A Problem Analysis. B.A.M.S., Vol.48, S.802-808, 1967
55. Stieler's Hand-Atlas 10. Aufl. (Hundertjahr-Ausgabe). Gotha: Justus Perthes Geogr. Anstalt 1928/30
56. Thomas, H.E. The Meteorologic Phenomenon of Drought in the Southwest. Geological Survey Professional Papers 372-A, Washington, D.C., 1962
57. Trewartha, G.T. An Introduction to Climate. 4.ed. New York usw.: McGraw-Hill Book Company 1968
58. U.S. Weather Bureau Climatic Summary of the United States-Supplement for 1951 through 1960, California. Washington, D.C., 1964
59. U.S. Weather Bureau Daily Weather Maps. Silver Springs, M.D., 1965-1968
60. U.S. Weather Bureau Selected Climatic Maps of the United States. Washington, D.C., 1964
61. U.S. Weather Bureau Upper-Air Climatology of the United States. Technical Paper No.32, Washington, D.C., 1957-1959
62. U.S. Weather Bureau World Weather Records 1951-1960: 1 North American. Washington, D.C., 1965
63. Visher, S.S. Climatic Atlas of the United States. Cambridge: Harvard Univ. Press 1954

64. Waggoner, P.E. Meteorological Data and the Agricultural Problem. Natural resources research. Agroclimatological methods Proceedings of the Reading Symposium. Unesco United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, S.25-38, Paris, 1968
65. Wagner, A.J. The Weather and Circulation of September 1967. M.W.R., Vol.95, S.960, 1967
66. Walden, H. Aus der physikalischen Meereskunde. Die Naturwissenschaften, 59. Jahrg., S.15, 1972
67. Ward, R. u. Brooks, C.F. The Climates of North America, Handbuch der Klimatologie (Köppen-Geiger), Bd. II, Teil 2. Berlin: Bornträger 1936
68. World Meteorological Organization Climatological Normals (CLINO) for Climate and Ships Station for the Period 1931-1960. WMO-No. 117.T.P.52

Lebenslauf

Am 30. September 1937 wurde ich als Sohn des Rechtsanwalts und Notars Helmut Böhrenz und seiner Ehefrau Erika geb. Lüderitz in Berlin geboren. Von der Tannenberg-Schule (Oberschule wissenschaftlichen Zweiges) in Berlin-Lichterfelde erhielt ich am 4. März 1959 das Zeugnis der Reife zuerkannt. Seit dem Sommersemester 1959 studierte ich an der Freien Universität Berlin Meteorologie, Mathematik, Physik, Geophysik und Geographie. Am 28. Mai 1963 legte ich die Vorprüfung zur Diplomprüfung in Meteorologie ab und bestand am 10. August 1967 die Diplomprüfung in Meteorologie. Vom 15. Juni 1968 bis zum 31. August 1968 war ich bei dem Berliner Gesamtkatalog, vom 1. September 1968 bis zum 31. Dezember 1968 bei der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz in Berlin tätig. Am 1. Januar 1969 wurde ich von der Staatsbibliothek als Bibliotheksreferendar in die Ausbildung übernommen, die ich bis zum 30. September 1969 an der Staatsbibliothek und an der Universitätsbibliothek der Freien Universität Berlin ableistete. Vom 1. Oktober 1969 an setzte ich meine Ausbildung an dem Bibliothekar-Lehrinstitut des Landes Nordrhein-Westfalen in Köln fort und bestand am 15. September 1970 die Staatsprüfung für den höheren Dienst an wissenschaftlichen Bibliotheken. Seitdem bin ich an der Staatsbibliothek in Berlin der Fachreferent für die Geowissenschaften.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren und Dozenten Boesler, Clauß, Dinghas, Doebner, Fett, Feußner, Fortak, Grottemeyer, Hagedorn, Haupt, Hövermann, Hofmeister, Honerjäger, Jensch, Kehr, Lassen, Ludwig, Meckelein, Päsler, Prestin, Richter, Scherhag, Schultze, Steleanu, Stöhr, Strobach und Warnecke, denen ich zu großem Dank verpflichtet bin. Dieser gilt besonders Herrn Professor Dr. R. Scherhag, der die vorliegende, in den Jahren 1968-1972 in Berlin und Köln geschriebene Arbeit mit großem Interesse förderte, und Herrn Professor Dr. A. Steleanu, unter dessen Anleitung die Untersuchung zu Ende geführt werden konnte.

